Ч 28/579

КЛАССИКИ МИРОВОЙ НАУКИ

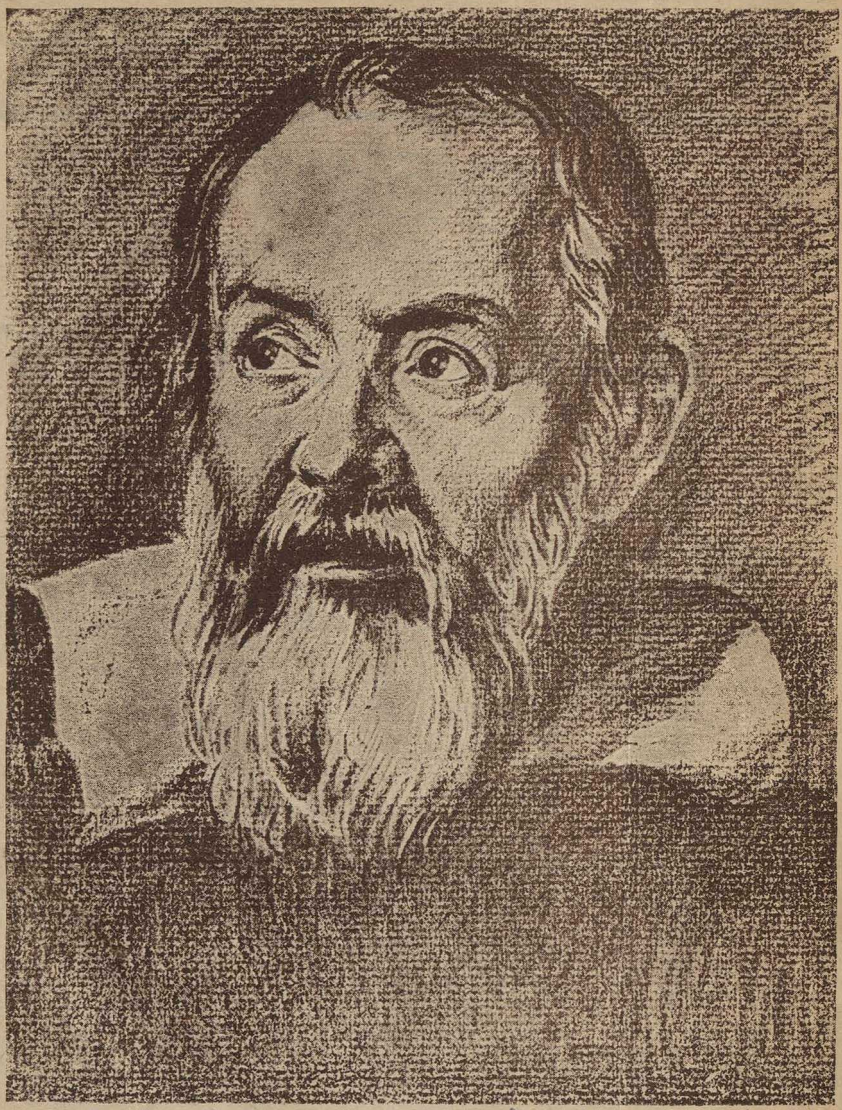
579

ГАЛИЛЕО

# ГАЛИЛЕЙ

Приложение к журналу „Вестник Знания"

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1 9 3 1



*Galileo Galilei*

ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ

КЛАССИКИ МИРОВОЙ НАУКИ

У 28/579

НЕ КОПИРОВАТЬ

# ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ

## „ЗВЕЗДНЫЙ ВЕСТНИК", „РАЗГОВОРЫ о ДВУХ ВЕЛИКИХ МИРОВЫХ СИСТЕМАХ", „РАССУЖДЕНИЯ о ДВУХ НОВЫХ УЧЕНИЯХ в МЕХАНИКЕ"

(ИЗБРАННЫЕ МЕСТА)

Приложение к журналу
„Вестник Знания"

Составил Я. И. Перельман

С вступительной статьей
Ю. П. Шеина

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

1931

1328-43.

Ленинградский Областлит № 18929. Заказ № 1715. Тираж 30.000 экз.

Типография им. Володарского, Ленинград, Фонтанка, 57.

| Печати. листов | Выпуск | В перепл. един. соедин. №№ вып. | Таблиц | Карт | Иллюстр. | Служебн. №№ | №№ списка и порядковый | 1947 г. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | | | | 1 пор. | | И 119, 4506 | | |

# ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ

## 1. Состояние эпохи

Шестнадцатый и семнадцатый века были для Западной Европы временем достаточно крутого перелома во всей общественной жизни. Ему соответствовало появление новых научных теорий, нового мировоззрения, новых научных методов. Их творцами и представителями были такие гениальные люди, как Коперник, Кеплер, Галилей, Декарт, Бэкон, Ньютон, Лейбниц и др., каждый из которых залагал основы новых наук и нового мировоззрения. Характерно, что почти все они — на ряду со специальными научными исследованиями — выступали и как философы, навсегда оставившие резкие следы в истории человеческой мысли. Интересно в этом отношении сделанное однажды Галилеем заявление, что он „посвятил философии более дней своей жизни, чем часов — математике".

В ту эпоху, так же как и в наше время, невозможно было вести специальную научную работу без работы философской без разработки нового мировоззрения. Ибо научная революция, вносящая новое, с принципиальной стороны, содержание и принципиально новые методы, неизбежным образом требует общего, философского, своего оправдания и закрепления и — что и являлось часто непосредственным побудителем к философской работе — столь же неизбежным образом вступала в противоречие с ранее установившимся мировоззрением. Последнее ломалось новой наукой, и требовало замены.

В самом деле: когда Коперник формулировал свою систему мира, согласно которой не Солнце обращается вместе со звездами вокруг Земли, а, напротив того, Земля обращается вокруг Солнца,— разве он не вступил в острейший конфликт с христианским мировоззрением, считавшим непогрешимым догмат о Земле, как неподвижном центре вселенной? Разве воззрение Коперника не раз-

рушало веру в исключительное положение человека во вселенной? И разве тем самым не подвергалась решительным образом оспариванию философия Аристотеля, на которого во всех этих вопросах опиралась католическая церковь? — Несомненно, поэтому, что переворот, совершенный Коперником, затрагивал не только прошлые научные взгляды, но и выросшие на них или помимо их философские и религиозные построения.

Но более того: борьба шла не только за новые научные положения, но и за новые методы науки, даже за новую технику научной работы. Основанное на Аристотеле средневековое богословское мировоззрение считало, что есть лишь один источник истины: „священное" писание и те чисто логические выводы, которые на основе его могут быть сделаны. Не мудрено, поэтому, что при такой чисто умозрительной установке зрительная труба Галилея была встречена католическими „учеными" с недоверием и даже осмеянием. Галилей в одном из своих писем Кеплеру сообщает последнему: „Посмеемся, мой Кеплер, великой глупости людской! Что сказать о первых философах здешней гимназии, которые с каким-то упорством аспида, несмотря на тысячекратные приглашения, не хотели даже взглянуть ни на планеты, ни на луну, ни на телескоп... Как громко расхохотался бы ты, если бы слышал, что толковал против м ня, в присутствии великого герцога Пизанского, первый ученый этой гимназии, как усиливался он логическими аргументами, как бы магическими прельщениями, отозвать и удалить с неба новые планеты!" — Понятно, почему новая научная техника встречала к себе такое отношение со стороны идеологических представителей общественной реакции: эта техника давала новое содержание науке и опровергала поэтому все идейные устои прежней жизни.

В этой связи достаточно упомянуть о том, что до XVI—XVII веков эксперимента, как метода научной работы, не существовало. Ибо эксперимент есть оперирование над природой в целях ее познания; метод эксперимента, следовательно, заключает в себе утверждение, что истинное познание должно быть отражением объективной природы, и что критерием истины является он, эксперимент, практика. Экспериментальный метод, поэтому, находится в решительном противоречии со схоластической доктриной средневековья о священном писании, как источнике и критерии всякого познания. Отсюда понятно, что ни телескоп, ни опыты над падением тел с Пизанской башни, ни другие эксперименты Галилея не могли быть убедительными для представителей старой „науки", основанной на церковных книгах, философии Аристотеля и папских декретах.

Феодальная реакция и ее организованный представитель в лице инквизиции понимали всю опасность, идущую со стороны новой науки. Они не оставались в долгу и развили широкое преследование против новых идей и их провозвестников. Не только запрещались книги, — запрещались люди. В 1600 году сгорел на костре инквизиции Джордано Бруно, а в 1633 году был посажен в тюрьму Галилей.

Рассматриваемое время было, таким образом, временем ожесточенной борьбы, борьбы науки, с одной стороны, и церкви и церковного мировоззрения, с другой. Италия была непосредственной ареной этой борьбы, протекавшей позже так же во Франции, Голландии, Германии и других странах.

Но сама эта борьба была лишь выражением начала той социальной борьбы, которая вызывалась классово-экономическими сдвигами, возникавшими еще в XV веке и нашедшими свое завершение в Великой Французской Революции (конец XVIII века). Этот период истории был периодом развития торгового капитализма и возникновения капиталистического способа производства, основанного на промышленности, на машинной технике. Возникновение нового общественного строя было представлено возникновением нового класса — буржуазии, сначала торговой, потом промышленной, на ряду с пролетариатом. Италия была одной из первых стран, вступивших на этот путь. Правда, с открытием Америки, ее роль, как торговой страны, уменьшилась и перешла сначала к Португалии и Испании, а потом к Голландии и Англии.

Новый класс требовал нового мировоззрения, новой науки. Реформация (Лютер, Кальвин) была одним из выражений этой потребности. Но основная и практически-насущная задача заключалась в разработке астрономии и механики, а для этого и математики. Мореплавание требовало постоянного обращения к звездам, и для вычисления путей и положений корабля и для исчисления времени. Начинавшееся применение элементарных машин (особенно в военном искусстве, развивавшемся частыми войнами того времени) и использование сил природы требовало разработки механики. Вот почему в рассматриваемую эпоху центральными фигурами научного развития являются Коперник, Галилей, Декарт, Бэкон, Ньютон и Лейбниц, разрабатывавшие и созидавшие астрономию, механику, математику и их методы и дававшие их философское обобщение.

## 2. Биографические даты

Галилео Галилей, основатель динамики (основного отдела механики), а с этим и всей новой физики, родился в феврале 1564 года.

Предназначенный родителями быть врачом, он был направлен отцом для изучения медицины в университет города Пизы, в котором вскоре, однако, занялся математическими науками. Его дарования обнаружились уже во время студенческой жизни. Наблюдения за качанием люстр в Пизанском соборе привели его к выводу об изохранности (равной продолжительности) качаний маятников одинаковой длины.

В 1589 году, 25 лет, он получает место профессора в том самом университете, в котором учился.

Вскоре, в 1592 году, он был приглашен на должность профессора в другой итальянский город — Падуа, в местный университет, который он оставил через восемнадцать лет, переехав во Флоренцию. Ко времени его пребывания в Падуа относится принятие им системы Коперника и изобретение зрительной трубы, посредством которой он получил материал для доказательства правильности точки зрения Коперника. Значение телескопа для развития науки описано им самим в „Звездном вестнике“ (см. далее первый отрывок).

Открытие и пропаганда новых принципов механики уже навлекли на него недовольство сторонников церкви и приверженцев Аристотеля. Ревностная же защита Галилеем системы Коперника окончательно восстановила их против него. В 1616 году был издан папский указ о „ложности“ системы Коперника, как противной учению священного писания. Этот указ был специально передан Галилею для сведения и руководства. Однако Галилей не прекращал распространения учения Коперника и издал в 1632 году свои „Разговоры“ (см. ниже соответствующие отрывки), в которых опровергалась и высмеивалась точка зрения Аристотеля и защищались идеи Коперника. По этому случаю он был вызван на суд к папе в Рим, куда прибыл в феврале 1633 года — уже 69-летним старцем, совсем больной, и по распоряжению инквизиции посажен в тюрьму. Осталось неизвестным, подвергался он там пыткам или нет. В июне 1633 года он предстал перед судом инквизиции. Ослабленный заключением и болезнью, жаждавший продолжить свою научную работу, Галилей перед судом отрекся от своих „заблуждений“, т. е. от основ заложенной им и Коперником новой науки (текст отречения — см. далее, последний отрывок). После суда он был „освобожден“ с тем, чтобы находиться под „домашним арестом“, осуществлявшемся постоянными представителями инквизиции. В ноябре 1634 года он переехал в виллу на Монтэ-Вальто, где и умер 8 января 1642 года.

При его смерти присутствовали два ученика Галилея, его сын с женой, священник и представители инквизиции.

## 3. Метод Галилея

Выше указывалось, что новая наука характеризуется систематическим применением метода эксперимента и приданием ему решающего значения в деле развития знания. И Галилей является едва ли не первым и показательным образцом такого отношения к эксперименту.

Но эксперимент сам по себе еще не дает науки. Нужно еще теоретическое мышление, развивающееся на базе эксперимента, для того, чтобы результаты опыта и наблюдения превратились в науку. Ближайшими средствами этого теоретического мышления в области физики выступают математика и логика. Галилей представляет собою блестящий пример умелого и научного сочетания этих трех моментов научного исследования. Он производит эксперименты, математически обрабатывает их результаты, строит на их основе строгие логические выводы, в развитие и подтверждение которых снова обращается к эксперименту, совершенствуя технику последнего.

Таким образом, он выступал революционером как в области содержания науки, так и в области ее метода. Весь этот период развития науки — и в частности работы Галилея — Энгельс характеризует следующим образом: „Это была величайшая из революций, какие до тех пор пережила земля. И естествознание, развивавшееся в атмосфере этой революции, было насквозь революционным, шло рука об руку с пробуждающейся новой философией великих итальянцев, посылая своих мучеников на костры и в темницы... Чем в религиозной области было сожжение Лютером папской буллы, тем в естествознании было великое творение Коперника... С этого времени исследование природы по существу освобождается от религии... С тех пор развитие естествознания пошло гигантскими шагами... В области математики и астрономии, статики и динамики этот период дал великие достижения, особенно благодаря работам Кеплера и Галилея“... [1]

Но благодаря тому, что почти единственными науками, развивавшимися в то время, были математика, астрономия и механика, создавалось, в том числе и у Галилея, убеждение, что механическая закономерность исчерпывает собой все процессы природы. Разделение Галилеем „качеств“ на вторичные и первичные — эти последние он считал присущими самой природе и относил к ним фигуру, число, положение и перемещение в пространстве — выра-

[1] Энгельс „Диалектика природы“, стр. 26.

жает это с полной ясностью [1]. Поэтому его мировоззрение — как и подавляющего большинства, естествоиспытателей этой эпохи — является существенно механистическим и потому ограниченным Оно ничего не может дать для познания тех процессов, как напр., биологические, общественные и др., которые обладают отнюдь немеханической закономерностью. К этому можно добавить, что в современной физике сама механика отнюдь не занимает того решающего, исходного положения, которое ей приписывалось раньше. Эти природные и исторические обстоятельства заставляют, таким образом, отказаться от механистической концепции в пользу диалектико-материалистической трактовки вопросов.

Но эта ограниченность метода отнюдь не может послужить основанием для упрека лично Галилею. Это — исторический недостаток, вытекавший из односторонности и исторической неравномерности развития наук того времени и именно поэтому распространявшийся на всех естествоиспытателей того времени. Больше того: в эту эпоху — эпоху борьбы с феодальной идеологией и церковью, как ее представителем, этот недостаток выступал в качестве силы, ибо последовательно-механическое мировоззрение решительным образом противопоставляло богословской телеологии материалистическую причинность. И одно из первых мест в этой исторической борьбе за науку против религии, за материализм против идеализма, несомненно, принадлежит Галилею.

*Юрий Шеин.*

---

[1] Это разделение качеств на первичные и вторичные Галилей подчеркивает в своем сочинении „Il Saggiatore". После Галилея это деление вошло почти во всю новую философию.

# ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ

## Звездный вестник

## (1610).

В этом сочинении, появившемся по-латыни в 1610 г., Галилей опубликовал результаты своих наблюдений неба в изобретенную им зрительную трубу. Стиль отчета носит на себе свежую печать того живого изумления, с каким наблюдатель впервые взирал на никем еще не виденные красоты звездной вселенной. Рассказав, при каких обстоятельствах была изобретена им зрительная труба, увеличивающая в 30 раз, автор сообщает об открытых им неровностях лунной поверхности, о разделении сплошной пелены Млечного Пути на составляющие его бесчисленные звезды, о четырех спутниках Юпитера. За этими первыми открытиями, которые Галилей впоследствии использовал как сильные доводы в пользу Коперниковой системы мира, последовали другие: открытие фаз Венеры и пятен на Солнце. В заключение Галилей сообщает о замеченной им странной особенности Сатурна: планета представлялась ему снабженной боковыми придатками. Труба Галилея была недостаточно сильна, чтобы показать кольцо Сатурна; планета казалась словно тройной. Не будучи твердо уверен в правильности своего наблюдения и желая его еще проверить, Галилей, чтобы не утратить св его первенства, оповестил о сделанном им открытии в форме загадочной строки букв:

Зрительная труба Галилея.

Smaisnermiclmbpobtalcvmbivneuvgttaviras.

Переставленные в нужном порядке, буквы эти дают следующую фразу по-латыни:

Altissimum planetam tergeminum observavi (высочайшую планету тройною наблюдал).

Открытия Галилея, описанные в „Звездном вестнике", были встречены частью современников с воодушевлением, другою частью—с полным недоверием. Церковные философы отрицали их совершенно. „Посмеемся, мой Кеп-

лер, великой глупости людской,—писал Галилей немецкому астроному.—Что сказать о первых философах здешней гимназии, которые с каким-то упорством аспида, несмотря на тысячекратное приглашение, не желали даже взглянуть ни на планеты, ни на Луну, ни на телескоп. Поистине, как нет у аспида ушей, так закрыты у этих философов глаза для света истины. Замечательно, но меня не удивляет. Этот сорт людей думает, что наука — книга в роде „Энеиды" или „Одисеи", и что истину нужно искать не в мире, не в природе, а в сличении текстов. Как громко расхохотался бы ты, если бы слышал, что толковал против меня первый ученый этой гимназии, как тщился он логическими доводами, словно магическими заклинаниями, удалить с неба новые небесные тела".

Приводимая далее выдержка представляет собою первую часть „Звездного вестника".

„Предлагаю в этом малом сочинении нечто великое для рассмотрения и размышления каждому изучающему природу; говорю „великое", основываясь на важности предмета, на новизне его, от века неслыханной, а также и на том, что дело идет об орудии, делающем весьма многое доступным нашему глазу. Великое, конечно, есть дело узнать о существовании бесчисленного множества новых, невиданных до сих пор неподвижных звезд, далеко превосходящих численностью те, которые до настоящего времени могли быть усмотрены невооруженным зрением. Приятно и восхитительно смотреть на Луну, удаленную от нас почти на 60 земных радиусов, как будто бы она отстояла только на 2 таких радиуса, так что диаметр ее кажется почти в 30 раз, поверхность в 900 раз, объем же в 2700 раз большим против того, как видим мы их обыкновенно. Смотря на Луну при таких условиях, всякий заметит, что она, как это с достоверностью будет доказано ниже, не имеет гладкой полированной поверхности, но представляет неровности и возвышения подобно земной поверхности, покрыта огромными горами, глубокими пропастями и обрывами. Прекратить все споры о Млечном Пути и обнаружить чувству и разумению его истинный состав—не за малое, полагаю, должно быть почитаемо. Приятно, кроме того, показать, что строение звезд, которые астрономы называют туманными, далеко, не то, как доныне полагали. Но что всего удивительнее и в достоверности чего мы весьма желали бы убедить всех астрономов и философов, — это открытие четырех блуждающих звезд, которые никто не наблюдал еще до нас; эти светила обращаются в определенные периоды времени около одной из известных планет, подобно тому как Венера и Меркурий обращаются вокруг Солнца; упомянутые четыре планеты то предшествуют центральному светилу, то следуют за ним, но никогда не уходят от него далее известных пределов расстояния. Все это я открыл несколько дней назад при помощи придуманного мною зрительного снаряда.

„Я уверен, что в скором времени мною или кем-нибудь другим будет открыто многое еще более замечательное помощью инструментов, подобных новоизобретенному, форму и устройство которого, а также и подход к его изобретению я сейчас опишу и затем представлю отчет о сделанных мною посредством и его наблюдениях.

„Тому назад около десяти месяцев дошел до нас слух, что каким-то голландцем устроен инструмент, благодаря которому предметы, находящиеся на далеком расстоянии, кажутся как бы близ нас помещенными и могут быть рассматриваемы с ясностью. Действие этого удивительного снаряда подвергнуто было многим опытам, достоверности которых одни верили, другие нет. О том же самом несколько дней спустя известил меня письмом благородный галл Яков Бадовер из Лютеции [1]. Все это так заинтересовало меня, что я посвятил все свои труды на изыскание научных начал и средств, которые делали бы возможным устройство инструмента подобного рода, и скоро нашел желаемое, основываясь на законах преломления света.

„Прежде всего я приготовил себе свинцовую трубку, в оконечности которой вставил по стеклу, из которых одно было плосковыпуклое, другое плосковогнутое. Приближая затем глаз к вогнутому стеклу, я нашел, что предметы, на которые была направлена труба, увеличиваются и как бы приближаются; именно, все предметы казались в три раза ближайшими и, следовательно, в девять раз большими, чем они представляются нам, когда смотрим на них невооруженным глазом. После этого я устроил другую, более совершенную трубку, увеличивавшую отдаленные предметы более чем в 60 раз. Наконец, не щадя труда и издержек, я дошел до того, что приготовил себе такую трубу, которая увеличивала предметы в 1000 раз и таким образом приближала их на расстояние более чем в 30 раз ближайшее действительного. Было бы совершенно бесполезным говорить, какие выгоды представляет такой снаряд как на суше, так и на море. Но, оставив земные предметы, я с моим орудием обратился к небесным и прежде всего взглянул на Луну, приблизившуюся ко мне на расстояние лишь двух земных радиусов. Затем с неописуемым наслаждением я много раз наблюдал неподвижные и блуждающие звезды [2]. Замечу для тех, которые пожелают сами производить такого рода наблюдения, что труба должна быть приготовлена с возможною тщательностью, дабы передаваемое ею изображение представлялось совершенно явственно и не имело туманных очертаний; необходимо также, чтобы поверх-

[1] Древнее название нынешнего Парижа.

[2] Блуждающие звезды—планеты.

ности предметов были увеличиваемы трубою не менее, чем в 400 раз, то-есть чтобы предметы приближались в 200 раз к глазу наблюдателя. Без выполнения этих условий все попытки увидать что-либо из того, что, как было сказано, мы видели на небе и о чем будем говорить ниже, останутся тщетными. В том, обладает ли труба сказанною степенью увеличения, каждый может легко убедиться следующим образом. Нужно взять два картонных кружка или квадрата таких размеров, чтобы площадь одного из них была в 400 раз больше площади другого, чего очевидно достигнем, когда диаметр большого круга будет относиться к диаметру меньшего, как 20 : 1. Поместив рядом такие кружки и став от них на довольно значительное расстояние, будем в одно и то же время смотреть одним глазом через трубку на меньший круг, другим же, невооруженным, на больший; приближаясь затем понемногу к месту, где находятся круги, и не переставая смотреть на них, как сейчас было сказано, мы вскоре заметим,—если только труба обладает способностью увеличивать предметы в желаемой степени,—что оба круга имеют одинаковую кажущуюся величину.

„Достойно замечания различие в виде планет и неподвижных звезд при наблюдении через трубу. Планеты представляются маленькими кружками, резко очерченными, как бы малыми лунами; неподвижные же звезды не имеют определенных очертаний, но бывают окружены как бы дрожащими лучами, искрящимися подобно молнии. Труба увеличивает только их блеск, так что звезды пятой и шестой величины делаются по яркости равными Сириусу, самой блестящей из неподвижных звезд. Вследствие этого труба открывает нам почти невероятное количество светил, укрывавшихся доселе от невооруженного зрения.

„Третий предмет, обративший наше внимание, был Млечный Путь, состав которого благодаря зрительной трубе обнаруживался до того ясно, что теперь можно все споры, мучившие философов в продолжение стольких веков, считать разрешенными осязательною очевидностью, освободившею нас от голословных прений. Млечный Путь есть не что иное, как тесное собрание бесчисленного множества звезд; в какое бы место Млечного Пути ни была направлена труба, везде нам представляется громадное множество звезд; многие довольно велики и явственно видимы, а с ними необозримое множество мельчайших".

„Остается,—что за главное в нашем деле почитаю,—сообщить об открытии и наблюдении четырех планет, от начала мира до наших времен никогда не виданных. 7 января 1610 года, в первом часу ночи, наблюдая небесные светила, я, между прочим, направил на Юпитера мою трубу, и благодаря ее совершенству увидел неда-

леко от планеты три маленькие блестящие звездочки, которых прежде не замечал вследствие слабого увеличения бывшей в то время у меня трубы. Эти светлые точки были приняты мною за неподвижные звезды; они обратили на себя мое внимание только потому, что все три находились на совершенно прямой линии, параллельной эклиптике, и были несколько ярче звезд одинаковой с ними величины. Расположение их относительно Юпитера было следующее: две находились на восточной стороне планеты, третья же—на западной. Крайняя восточная звездочка и западная казались немного большими третьей. Я тогда не определял точным образом их взаимных расстояний, ибо, как сказано, они были сочтены мною за неподвижные звезды. Через восемь дней, ведомый не знаю какой судьбою, я опять направил трубу на Юпитер и увидел, что расположение звездочек значительно изменилось: именно, все три помещались на западе от планеты и ближе одна к другой, чем в предшествующее наблюдение. Они попрежнему стояли на прямой линии, но уже были разделены между собою равными промежутками. Хотя я был далек от мысли приписать это собственному движению звездочек, но тем не менее сомневался, чтобы такое изменение в их положении могло произойти от перемещения Юпитера, за несколько дней находившегося на западе от двух из звездочек. С величайшим нетерпением ожидал я следующей ночи, чтобы рассеять свои сомнения, но был обманут в своих ожиданиях: небо в эту ночь было со всех сторон покрыто облаками. На десятый день я снова увидел звездочки... (Галилей описывает далее новое расположение звездочек и позднейшие свои наблюдения; число звездочек оказалось четыре).

Вследствие всего этого я уже без малейшего колебания решил, что существуют четыре светила, обращающиеся около Юпитера, подобно тому как Венера или Меркурий обращаются около Солнца. Ныне имеем очевидный довод, чтобы рассеять сомнение тех, кои, склоняясь допустить, что планеты обращаются вокруг Солнца, смущаются однако, каким образом Луна несется вокруг Земли и в то же время вместе с нею совершает годичный круг около Солнца... Мы знаем теперь, что есть планеты, обращающиеся одна около другой и в то же время несущиеся вместе вокруг Солнца; мы знаем; что около Юпитера движутся, и не одна, но четыре луны [1], следующие за ним во все продолжение его двенадцатилетнего обращения около Солнца".

---

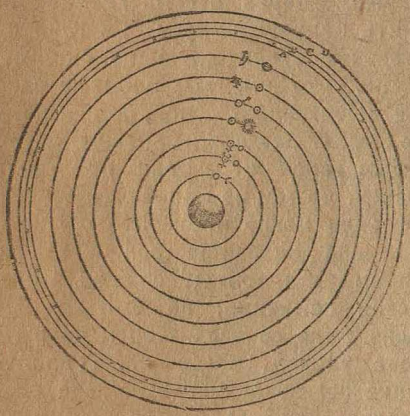
[1] В настоящее время известно 9 спутников Юпитера

# ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ

## Разговоры о двух великих мировых системах — Птолемеевой и Коперниковой

(1632)

Великое сочинение Галилея, едва не стоившее жизни его автору, издано во Флоренции в 1632 г. на итальянском языке. Оно написано для широкого круга читателей и представляет собою первую популярно-научную книгу по естествознанию. По требованию цензуры, Галилей вынужден был предпослать книге предисловие, дающее совершенно ложное представление о задачах сочинения. В нем говорится, что, излагая доводы в пользу учения Коперника, автор вовсе не желает убедить в его истинности, а напротив — более веско обосновать его ложность, в согласии с учением католической церкви. Эту часть предисловия, написанную доминиканским монахом Риччи, Галилею приказано было напечатать без всяких изменений. Тем не менее это не избавило впоследствии автора от ответственности перед судом инквизиции.



Система Птолемея

Земля покоится в центре вселенной. Вокруг нее обращаются: Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн и сфера неподвижных звезд.

Книга написана в форме беседы трех лиц — Сальвиати, Сагредо и Симпличио. Лица не вымышлены — это действительно существовавшие друзья и знакомые Галилея. „Много лет назад,—писал он в предисловии,— я часто бывал в прекрасном городе Венеции и был в сношениях о синьором Сагредо, человеком выдающейся проницательности. Туда же приезжал из Флоренции синьор Сальвиати. Он обладал возвышенным духом и считал исследование и размышление высшим наслаждением. Я часто разговаривал с ними об упомянутых предметах в присутствии одного философа-перипатетика (т. е. последователя Аристотеля), которому ничто так не мешало познать истину, как слава, приобретенная им изложением Аристотеля. Ныне, когда жестокая смерть похитила их в цвете лет [1], я старался по мере моих слабых сил оживить их к их славе на этих страницах, где вывожу их участниками бесед. Не отсутствует и бойкий перипатетик. По его чрезмерной любви к комментариям Симпличия (толкователя Аристотеля) казалось подходящим, не называя его настоящим именем, присвоить ему имя его любимого автора".

Устами Сальвиати Галилей высказывает собственные мысли, изредка заставляя беседующих ссылаться и прямо на „нашего друга академика", под которым автор „Разговоров" разумел самого себя.

---

[1] Сагредо умер в 1620 г., Сальвиати — в 1614 г.

„Разговоры"— книга значительного объема, содержащая свыше 500 страниц. Она разделяется на четыре „дня". Первый день посвящен беседе на общефилософские темы — об Аристотелевом делении материи на небесную и составленную из элементов (земную). Второй день беседа идет о суточном вращении Земли. Это центральное место всего сочинения. Здесь опровергается учение Птолемея о неподвижности Земли и утверждается точка зрения Коперника. Попутно в этой же части книги разъясняются два основных закона механики, провозглашенные Галилеем: закон инерции и закон независимости действия сил. В третьем разделе книги (третий день) речь идет об обращении Земли вокруг Солнца; в четвертом — о приливах и отливах (истинной причины которых Галилею не удалось найти).

Для нас наибольший интерес представляют беседы второго и третьего дня. Здесь собраны и мастерски формулированы доводы, еще и сейчас не утратившие своего значения. Они с успехом могут быть использованы в школьном обучении и во внешкольной просветительной работе. Галилей с неподражаемым искусством ведет спор так, что не только побеждает, но и убеждает противника. Обычный прием его таков. Он не сразу отметает доводы противника, а, напротив, становясь сначала на его точку зрения, усиливает его позицию новыми аргументами. Убедив таким образом противника в том, что мысль его понята правильно и что доказательная сила ее оценена лучше, чем самим высказавшим ее, — Галилей приступает к систематическому ее опровержению.

Читателю нашего времени полный текст „Разговоров" должен казаться чрезмерно растянутым. В виду этого предлагаемые выдержки приводятся здесь не в дословном, а в несколько сжатом переводе.

## Из предисловия к книге Галилея

В последние годы в Риме издан спасительный декрет, направленный против соблазнов наших дней и своевременно налагающий молчание на пифагорейское мнение, будто Земля движется. Были голоса тогда, утверждавшие, что решение это обязано происхождением своим не испытанию, основанному на знании дела, а вышло из партийного пристрастия без достаточного знания. Были сетования, громко выражавшие, что советчики, вовсе не знакомые с состоянием астрономической науки, не должны были внезапным воспрещением подсекать крылья пытливым умам. Усердие мое не могло оставаться в безмолвии, слыша столь легкомысленные обвинения. Посвященный в мудрое заключение, я решился выступить на арену света, как свидетель настоящей истины. Я тогда находился в Риме. Не только имел слушателями высших духовных сановников тамошнего двора, но и встречал в них одобрение. Обнародование декрета последовало не без того, чтобы я был предварительно поставлен в некоторую о том известность. Поэтому намерение мое — в настоящем нелегком труде доказать чужим нациям, что в Италии и особенно в Риме об этом предмете знают не менее того, что добыто иностранными исследователями. Через соединение всех собственных изысканий о Коперниковой системе

я хочу показать, что римская цензура обо всем осведомлена и что здешняя страна не есть только отечество душеспасительных догматов, но и проницательных открытий для услаждения умов. С этой целью я в течение разговора принимаю сторону Коперника, при чем по чисто математическому способу выхожу от его системы, как от предположения, и стараюсь всеми приемами искусства доказать, что система эта стоит выше, если и не системы неподвижности Земли, то по крайней мере тех возражений, какие делаются цеховыми перипатетиками. Эти люди в противоречии с своим именем (перипатетики — странствующие), не делая шагу, удовлетворяются почитанием фантомов; не стараются искать истину путем собственного размышления, а руководятся памятованием четырех дурно понятых начал (форма, материя, движущая причина, цель)...

## О движении Земли вокруг оси

(Из беседы второго дня)

Сагредо. Против очевидного наблюдения последователи Аристотеля приводят не другие какие-либо наблюдения или основания Аристотеля, а только его авторитет, простое „сам сказал".

Симпличио. Аристотель достиг столь великого уважения именно через свои несокрушимые доказательства и глубокомысленные исследования. Надо лишь понимать его, и не только понимать, но настолько изучить его писания, чтобы обозреть их в полноте. Он писал не для толпы, не принуждал себя располагать доказательства элементарным образом и перечислять их по пальцам. Последовательность у него иногда сбивчива, и он приводит порою доказательства какого-либо положения в главе, трактующей совсем об ином. Поэтому требуется широкое обозрение целого. Надо соединять места, сравнивать параграфы. И кто обладает таким искусством, тот почерпнет из книг Аристотеля доказательство всего познаваемого. В них содержится все. Если отказаться от Аристотеля, то кто же будет нам проводником в науке? Назовите другого автора.

Сальвиати. Проводник требуется в странах неизвестных и диких; в открытой, ровной местности проводник нужен лишь слепому, — а тому лучше оставаться дома. У кого есть глаза, — телесные и духовные, — тот пусть берет их в проводники. Я не говорю, что не нужно слушать Аристотеля. Но я не одобряю, когда отдаются ему слепо и каждое его слово принимают как закон... Разве не достойно посмеяния, когда на диспуте о предмете,

подлежащем доказательству, кто-нибудь вдруг приведет цитату, относящуюся иной раз совсем к другому предмету, и затыкает ею рот противнику. Приведите нам, синьор Симпличио, ваши доказательства или Аристотелевы доказательства, а не цитаты и ссылки на авторитеты. Наши изыскания имеют предметом мир чувств, а не мир бумаги... Нам предстоит разобрать, что побуждает считать Землю совершенно неподвижною и какие, с другой стороны, соображения говорят в пользу ее подвижности, приписывают ей тот или иной род движения.

Итак, начнем наше рассуждение с указания на то, что какое бы движение ни приписывалось Земле, мы, как находящиеся на ней и потому участвующие в этом движении, не можем его заметить, пока наблюдаем только земные предметы. Напротив, в такой же мере необходимо допустить, что движение это должно казаться нам присущим всем другим предметам, не связанным с Землей и не участвующим в ее движении. Правильный метод, помощью которого можно установить, движется ли Земля, состоит в наблюдении над другими телами, находящимися вне Земли, и в исследовании того, не имеют ли они какого-либо кажущегося движения, общего для них всех. Если мы усмотрим например какое-либо движение Луны и окажется, что это движение не имеет ничего общего ни с движением Венеры, ни с движением Юпитера, то мы не можем его приписать и Земле (т. е. не можем считать его отражением движения Земли), а должны считать его принадлежащим именно Луне. Однако есть одно общее, господствующее движение, которое присуще Солнцу, Луне, планетам и неподвижным звездам — словом всей вселенной, за исключением Земли: это движение с востока на запад, совершающееся в 24 часа. С первого взгляда кажется, что движение это могло бы быть объяснено столь же движением самой Земли, сколько движением всего остального мира, исключая Землю. Действительно, явления будут казаться одинаковыми при обоих допущениях. Но я укажу основания, свидетельствующие в пользу движения Земли. Если примем в соображение хотя бы гигантские размеры звездной сферы по сравнению с ничтожною величиною земного шара, содержащегося в этой сфере миллионы раз, и пожелаем представить себе, как велика должна быть скорость движения, при которой в течение суток совершается этот полный оборот вселенной, то мне непонятно, как может кто-либо считать более разумным и правдоподобным допущение, будто вращается небесная сфера, а Земля остается неподвижною.

Симпличио. Не пойму, каким образом столь очевидное мощное движение Солнца, Луны, планет и бесчисленных неподвижных звезд может оказаться несуществующим. Неужели допустимо

считать за ничто то, что Солнце переходит с одного меридиана на другой, восходит над одним горизонтом, заходит под другим, принося то день, то ночь? А разве для Луны, планет и звезд не наблюдаются подобные же перемены?

Сальвиати. Все перечисленные изменения совершаются лишь по отношению к Земле. Вообразите, что Земля не существует; тогда, конечно, не будет ни восхода, ни заката Солнца или Луны, не будет ни горизонтов, ни меридианов, ни дня, ни ночи — словом, рассматриваемое движение не вызовет никакой перемены в отношении Луны к Солнцу или к любому светилу, — будь то планета или неподвижная звезда. Перемены происходят лишь по отношению к Земле. В сущности они состоят только в том, что Солнце сначала видимо в Китае, потом в Персии, затем в Египте, Греции, Франции, Испании, Америке и т. д. и что то же относится к видимости Луны и других светил. Но то же самое будет и в том случае, если мы, предоставив вселенной покой, допустим вращение земного шара вокруг своей оси. Допущение вращения небесного свода однако связано с осложнением. Приписывая такое движение небу, мы должны допустить, что движение это противоположно собственным, весьма медленным движениям всех планет с запада на восток. Наоборот, при допущении движения Земли вокруг своей оси отпадает необходимость принимать подобное противоречие.

Сагредо. Так как все явления объясняются совершенно одинаково, принять ли то или другое, то заставлять вселенную двигаться ради сохранения неподвижности Земли еще неразумнее, как если бы кто-нибудь, став на купол в Венеции для обозрения окрестностей, потребовал, чтобы вокруг него вращали всю страну, дабы не трудиться ему поворачивать голову.

Сальвиати. Невероятность (вращения небесного свода) усиливается, если принять в соображение, что такое допущение внесло бы полный переворот в прочно доказанный распорядок круговых движений всех планет. Действительно, чем больше сфера вращения, тем больше времени нужно для ее оборота; чем она меньше, тем времени требуется меньше. Сатурн, орбита которого по величине превышает орбиту всех планет[1] совершает свой полный оборот в 30 лет. Юпитер обращается по своей орбите в 12 лет, Марс — в 2 года, Луна свою еще меньшую орбиту проходит в месяц. То же самое мы ясно наблюдаем и для спутников Юпитера: ближайший из них к Юпитеру совершает свой оборот в очень корот-

[1] Планеты далее Сатурна еще не были известны во времена Галилея.

кое время, приблизительно в 42 часа; следующий за ним в $3^1/_2$ суток, третий в 7 суток и самый отдаленный в 16 суток. Если мы припишем Земле 24-часовое движение вокруг своей оси, то и она подойдет под это общее правило. Но, допустив, что Земля неподвижна, придется сначала перейти от самого кратковременного оборота Луны к все более продолжительным оборотам — двухлетнему Марса, 12-летнему Юпитера, 30-летнему Сатурна, а затем внезапно к несравненно большей сфере, полный оборот которой должен однако происходить в 24 часа. Если же, наоборот, мы примем, что движется Земля, то скорость всех этих вращений сохранит свою последовательность, и мы от самого медленного обращения Сатурна перейдем к вполне неподвижным звездам. Благодаря этому мы избежим затруднения, с которым необходимо связано сейчас указанное обстоятельство при допущении подвижности звездной сферы. Я говорю о громадной неправильности в движении звезд, из которых одни должны были бы двигаться чрезвычайно быстро по кругам невероятных размеров, а другие — весьма медленно по малым кругам, так как одни находятся ближе к центру, другие дальше...

В заключение еще одно возражение. Если мы припишем суточное движение небесной сфере, то вместе с тем мы должны приписать ей необыкновенную силу для того, чтобы она могла увлекать с собою бесчисленное множество громаднейших, больших нежели Земля, неподвижных звезд и планет, в то время как эти последние движутся в противоположном направлении. Таким образом оказалось бы, что единственно лишь маленький земной шар почему-то упрямо и своевольно противится этой страшной силе. Нельзя объяснить, почему Земля, свободно висящая на своем центре, не поддается этому общему круговращению. Ничего подобного указанным затруднениям не возникнет, если допустить, что Земля движется и что она, как маленькое по сравнению с вселенной, незаметное тело, не может произвести над вселенной никакого насилия.

Симпличио. Вы, повидимому, основываете все свои доказательства на большей простоте и легкости, с какою выполняются одни и те же действия. Вы полагаете, что допущение движения одной только Земли столь же достаточно для объяснения всего, как и движение остальной вселенной; фактический процесс вы считаете в первом случае более легким, чем во втором. Но для бесконечного могущества создателя одинаково легко двигать как всю вселенную, так и Землю или соломинку. Если же могущество его бесконечно, то почему же не проявиться ему в большей своей части, нежели в меньшей?

Сальвиати. Я согласен с тем, что для бесконечной силы все равно, двигать ли сотнею тысяч или одной. Но сказанное мною относится не к тому, кто движет, а к тому, что движется. Что же касается того, что бесконечной силе приличествует более проявиться на большем деле, чем на меньшем, то по сравнению с бесконечностью одна конечная часть нисколько не больше другой; неправильно утверждать, что 100.000 есть более крупная доля бесконечного числа, нежели 20. Словом если мы принимаем во внимание движимые тела и усматриваем в движении Земли явление более простое, нежели в движении вселенной, то, — согласно справедливому правилу Аристотеля „бесцельно применять многое там, где достаточно и малого", — суточное движение Земли должно представляться нам гораздо более вероятным, нежели движение всей вселенной и покой Земли.

(В дальнейшей беседе Симпличио предлагает Сальвиати самому изложить возражения Птолемея, Тихо Браге и других астрономов против допущения подвижности Земли.)

Сальвиати. Самым сильным из всех доводов в пользу неподвижности Земли считается тот, который выводится из отвесного падения тел. Имей Земля суточное движение, башня, с вершины которой падает камень, успела бы за время его падения уйти к востоку на много сотен локтей. Достигнув Земли, камень должен был бы оказаться на столько же удаленным от основания башни. В подтверждении приводят другой опыт — падение пули с верхушки корабельной мачты. Пока корабль не движется, отметим место падения; оно находится у основания мачты. Но если пуля падает во время движения корабля, то место падения будет удалено от прежнего на столько, на сколько за это время успел уйти корабль. Довод усиливается еще опытом с телом, брошенным высоко вверх, — например с ядром, пущенным из пушки вертикально вверх. Ядро для восхождения и нисхождения употребляет столько времени, что в наших широтах пушка и наблюдатель успевают пройти вместе с Землей несколько миль, и ядро должно упасть никак не возле пушки, а на столько западнее, на сколько за это время ушла Земля. Прибавляют еще и третье сильное доказательство, состоящее в следующем. Ядра пущены на восток и под тем же углом — на запад. Западное ядро должно залететь значительно далее, чем восточное. А при выстрелах на север и на юг ядра не должны бы попадать в цель, так как во время их полета цель перемещается. Опыт показывает однако противное; значит — Земля неподвижна.

Симпличио. Вот доводы, против которых нельзя ничего возразить!

Сальвиати. Пойдем дальше. Птолемей и его приверженцы выставляют еще и другие наблюдения, кроме бросания тел. Они относятся к телам, отделенным от земли и долго носящимся в воздухе, — например к облакам, к летающим птицам. Про них нельзя сказать, что их несет Земля, так как они ее не касаются; они не могут поэтому следовать за Землей. Если бы Земля двигалась, нам бы должно было казаться, что они быстро несутся на запад. Но ничего подобного не замечается. Далее. Когда мы едем на лошади, мы чувствуем сильное дуновение воздуха в лицо. Какой сильный ветер должен был бы подняться с востока, если бы мы увлекались Землею против воздуха! Ничего подобного не чувствуется.

Сагредо. Не находите ли, синьор Симпличио, что синьор Сальвиати знает Птолемеевы и Аристотелевы доводы и умеет их излагать? А найдется ли хоть один перипатетик, который в такой же мере был бы знатоком Коперниковых доказательств?

Симпличио. Можно ли оспаривать факты, столь наглядные, как те, что сейчас изложены!

Сальвиати. Но скажите: что, если бы при падении камня с мачты он даже при быстром движении корабля падал бы совершенно на то же место, как и при полной неподвижности корабля, — имели ли бы тогда какую-нибудь цену опыты с падением для решения вопроса, идет корабль или стоит?

Симпличио. Абсолютно никакой. Точно так например нельзя узнать по биению пульса, спит кто-нибудь или бодрствует, ибо пульс одинаково бьется и у спящего и у бодрствующего.

Сальвиати. Отлично. Но делали ли вы опыт на корабле?

Симпличио. Я не делал, но думаю, что авторы, приводящие его, тщательно им занимались. Впрочем, причина разницы так очевидна, что сомнений быть не может.

Сальвиати. Что авторы, возможно, ссылались на опыт, не проделав его, тому вы сами классический пример. Вы его не делали и однако же приводите, как верный, доверяя их словам. Быть может и они точно так же полагались на своих предшественников, и мы не дойдем до такого, который делал бы опыт сам. Никто и не делал опыта, потому что всякий, кто его сделает, найдет прямо противоположное тому, что пишут: он убедится, что камень падает на то же место, безразлично, стоит ли корабль или движется с любою скоростью. А так как Земля и корабль должны обнаружить одинаковое явление, то из вертикального падения камня к основанию башни нельзя ничего заключать о движении или о покое Земли.

Симпличио. Если бы вы не перевели беседы на путь опыта, то, думается мне, нашим препирательствам не было бы конца. Вопрос представляется мне настолько недоступным человеческому рассуждению, что без опыта тут никто не отважится что-либо утверждать или предполагать.

Сальвиати. Я однако отважусь. Скажите: что будет с телом на плоскости, которая ни вниз не спускается, ни вверх не поднимается.

Симпличио. Позвольте немного подумать. Если нет никакого склона, то нет и естественного стремления к движению, а если нет подъема, то нет противодействия движению. Значит, тело должно быть безразлично и к тому, чтобы приходить в движение, и к тому, чтобы ему противиться. Оно должно, кажется мне, по природе остаться в покое.

Сальвиати. Таково и мое мнение, предполагая, что тело положено плавно, без толчка. А если дать телу толчок в ту или другую сторону, — что будет?

Симпличио. Не вижу никакого основания ни к ускорению, ни к замедлению движения, раз нет ни спуска, ни подъема.

Сальвиати. Тем менее основания и к полной остановке. Сколько же времени будет тело продолжать свое движение?

Симпличио. Сколько хватит плоскости, не имеющей ни спуска ни подъема.

Сальвиати. И, следовательно, если длина ее бесконечна, то и движение будет без границ, т. е. вечно. Не так ли?

Симпличио. Так, по крайней мере, мне кажется.

Сальвиати. Есть ли в мире подобная поверхность?

Симпличио. Такова поверхность земного шара, предполагая, что она совершенно ровна, лишена холмов и шероховатостей. Или поверхность воды, когда она спокойна.

Сальвиати. Корабль, плывущий при тишине, представляет собою тело, движущееся по поверхности, не имеющей ни подъема, ни спуска. Он стремится, следовательно, при отсутствии всех случайных и внешних препятствий и наличии начальной скорости безостановочно двигаться с равномерной скоростью.

Симпличио. Так должно быть, кажется мне.

Сальвиати. А камень, находясь на верхушке мачты, несомый кораблем, не совершает ли такое движение, которое, если отвлечься от посторонних препятствий, в нем сохраняется неистребимо? И движение это не той ли скорости, как движение корабля?

Симпличио. До сих пор все так. Что же дальше?

Сальвиати. Выводите сами последнее заключение: все посылки вам известны.

Симпличио. Под последним заключением вы разумеете: камень будет следовать за кораблем и потому упадет там, где упал бы, если бы корабль был в покое. И я думаю, так и было бы не будь внешних препятствий, которые расстроят движение камня после того, как он выпущен. Таких препятствий два. Одно то, что камень, — на который не действует уже движущая сила весел, как было тогда, когда, находясь на мачте, он составлял часть корабля, — не будет своим натиском рассекать воздух. Другая — новое движение падения вниз, которое неизбежно должно препятствовать поступательному движению.

Сальвиати. Что касается сопротивления воздуха, то о нем не спорю, и если бы падающее тело было из легкого материала, например из пуха,—то противодействие было бы большое; однако в случае тяжелого камня оно исчезает... Что же касается движения вниз, то ясно, что здесь два движения не противоположны одно другому, не уничтожаются взаимно и могут происходить совместно. А потому нет никакой причины к уменьшению сообщенного телу импульса. Нет повода, чтобы одно движение препятствовало другому.

Симпличио. По видимости, доказательство ваше весьма вероятно. Но есть крюк, от которого трудно освободиться. Вы считаете за нечто очевидное, что тело, освобожденное от двигателя, который придает ему скорость, может продолжать движение вследствие приобретенной от двигателя силы. По Аристотелю же брошенное тело несется средою, — в нашем случае воздухом. Если бы камень следовал за движением корабля, то это надлежало бы приписать воздуху, а не сообщенной силе. Вы же, надо думать, принимаете, что воздух остается в покое, не следует за кораблем...

Сагредо. Летящая стрела рассекает воздух. Но если ее несет воздух и движется вместе с ней, какая же может быть речь о рассечении воздуха? Разве не ясно, что для этого стрела должна двигаться с большею скоростью, нежели воздух? Что же сообщает стреле эту большую скорость? Неужели вы готовы утверждать, что воздух сообщает стреле большую скорость, чем какую сам имеет? Вы видите, что дело происходит как-раз наоборот тому, что утверждает Аристотель. В среде не только нельзя усматривать движущую причину брошенного тела, но, напротив, она сопротивляется движению...

Симпличио. Я еще не свободен от некоторого раздумья. Если камень свое общее с кораблем движение, какое он имел, находясь на мачте, сохраняет и после отделения от корабля, то не должно ли произойти нечто подобное же, если, находясь на лошади, на быстром скаку выронить из рук мяч? Значит, и мяч

должен следовать за движением лошади, не отставая от нее. Не думаю однако, чтобы было так. Думаю, что, если только всадник не бросит мяч вперед по направлению движения, он упадет на землю там, где был выпущен из рук.

Сальвиати. Ошибаетесь: я уверен, что опыт покажет противное. Мяч, падая вниз, будет следовать за лошадью и не отстанет, если движение происходит беспрепятственно на ровном месте. Причина очевидна: если, не двигаясь сами, вы тот же мяч двинете по земле, разве после отделения от руки не будет он продолжать своего движения? И даже тем на большем расстоянии, чем поверхность глаже, — например на льду очень далеко.

Симпличио. Без сомнения так будет, если вы бросите мяч рукой. Но мы предполагаем, что всадник не бросает мяча, а только выпускает его из рук.

Сальвиати. Так что же? Когда вы бросаете мяч рукой, что как не сообщенное рукою движение, остается в мяче по его отделении от руки? Оно в нем пребывает и продолжает увлекать его вперед. Но какая же разница — сообщено ли движение рукою или лошадью? Когда вы едете, разве рука ваша, а с ней и мяч не движутся с тою же скоростью, как и лошадь? Безусловно да. Вам достаточно раскрыть руку — и мяч начинает движение лошади: ее движение через вас и вашу руку сообщено мячу...

Сагредо. Я без труда понимаю, что воздух увлекает с собою облака, которые по малому своему весу легко подвижны, не имеют стремления к противоположному движению. Но птицы, существа живые, могущие двигаться против суточного вращения Земли, — как они, прервав для себя это движение, снова воздухом в него вовлекаются, — понять затрудняюсь, тем более, что они плотные, тяжелые тела.

Сальвиати. Заключите себя с приятелем в возможно просторном помещении под палубой большого корабля и пустите туда мух, бабочек и других подобных мелких летающих животных. Пусть будет там также большой сосуд с водою и в нем рыбки. Подвесьте еще к потолку ведро, из которого вода по каплям вытекала бы в другой узкогорлый сосуд, помещенный под первым. Пока корабль не движется, наблюдайте, как эти летающие животные будут одинаково быстро летать во все стороны комнаты. Рыбы будут плавать безразлично во все стороны. Падающие капли будут все попадать в подставленный сосуд. И вы, кидая приятелю какую-нибудь вещь, не должны будете употреблять большую силу для бросания в одну сторону, нежели в другую, если только расстояния одинаковы. Прыгая, вы будете проноситься на одинаковые расстояния, куда бы вы ни прыгнули. Заметив хорошенько все

это, заставьте привести в движение корабль с какою угодно быстротою. Если движение корабля будет равномерно, вы не обнаружите ни малейшей перемены во всех перечисленных явлениях и ни по одному из них не сможете судить, движется ли корабль или стоит на месте. Прыгая вы передвинетесь по полу на те же самые расстояния, как и прежде; оттого, что корабль идет очень быстро, вы не сделаете к корме более длинных прыжков, нежели к носу корабля, хотя за то время, пока вы находитесь в воздухе, пол под вами уносится к части, противоположной вашему прыжку. Кидая вещь товарищу, вы не должны с большею силою бросать ее, когда он находится в носовой части корабля, вы же — у кормы, нежели наоборот. Капли будут попрежнему падать в нижний сосуд; ни одна не упадет ближе к корме, несмотря на то, что за время нахождения капель в воздухе корабль успевает переместиться вперед на несколько локтей. Рыбы в воде не с большим трудом будут плавать к одной, чем к другой стороне сосуда. Наконец, бабочки и мухи будут летать попрежнему во все стороны, не держась преимущественно той стены, которая ближе к корме; они не устают следовать за быстрым ходом кора ля, от которого они, подолгу находясь в воздухе, как будто разъединены. И если зажжете ладан, то дым пойдет вверх в виде облачка и будет двигаться безразлично в ту или другую сторону.

Причина того, что все эти явления так соответствуют одно другому, состоит в том, что движение корабля обще всему находящемуся в нем, — в том числе и воздуху. Для этого нужно, как я сказал, чтобы мы находились под палубой. Если бы мы были над ней, на открытом воздухе, который не следует за движением корабля, то заметили бы разницу, более или менее ощутительную в некоторых из описанных явлений. Дым, без сомнения, отстал бы, как и сам воздух. Мухи и бабочки, встречая сопротивление воздуха, не могли бы следовать за кораблем, если бы от него отдалились хотя немного. Держась совсем вблизи него, они могли бы следовать за ним без напряжения, ибо корабль увлекает с собою прилежащие части воздуха (по той же причине видим мы, как слепни следуют за быстроидущими лошадьми). При падающих каплях разница будет самая незначительная, а при прыжках и бросании тяжелых тел не будет никакой.

Сагредо. Когда мне случалось бывать на море, мне не приходило на мысль произвести описанные опыты с такою целью. Однако я более чем уверен, что все явления будут протекать именно так, как сказано. Сто раз задавал я себе в каюте вопрос: идет ли корабль или стоит? И не раз случалось воображать, что

он идет в какую-либо сторону, тогда как в действительности он плыл в противоположную. Поэтому я твердо уверен, что опыты, которые должны свидетельствовать более против вращения Земли, чем за него, значения не имеют.

## О движении Земли около Солнца

(Из беседы третьего дня)

Сальвиати. Выскажите, синьор Симпличио, те соображения, которые не позволяют вам допустить, что Земля может подобно другим планетам обращаться около некоторого неподвижного центра.

Симпличио. Первую и наибольшую трудность представляет несогласимое противоречие между центральным и нецентральным положением. Если Земля в течение года движется по окружности некоторого круга, а именно зодиака, то она не может быть в центре этого круга. Но Аристотель, Птолемей и другие доказали многоразличными способами, что она находится в этом центре.

Сальвиати. Скажите, что собою представляет и где находится этот подразумеваемый вами центр?

Симпличио. Я понимаю под этим центром центр вселенной, мира, сферы неподвижных звезд, неба.

Сальвиати. Чтобы не увеличивать числа спорных вопросов, примем конечность и шаровидность мира и, следовательно, существование центра. Но так как эта форма и существование центра выводятся из движения, то надлежит это круговое движение сделать исходною точкой для ближайшего исследования о действительном положении центра. Так приступал к делу и Аристотель. Он принял за центр мира пункт, вокруг которого обращаются все небесные сферы и в котором по его мнению стоит Земля. Но скажите: если бы Аристотель, вследствие очевиднейших приобретенных сведений, вынужден был признать, что он ошибся в том и в другом из своих утверждений, то усмотрел ли бы он свою ошибку в том, что поместил Землю в центре, или в том, что заставил небесные сферы обращаться именно вокруг Земли?

Симпличио. Сказать по правде, я не знаю, какое из двух зол Аристотель счел бы за меньшее.

Сальвиати. Так как вы не знаете, в какую сторону склонился бы Аристотель, а я почитаю его человеком великого ума, то разберем, какой из выводов является разумнейшим, и его признаем за тот, какой был бы принят Аристотелем. Предположим, согласно Аристотелю, что мир шаровиден, имеет круговое движе-

ние и потому обладает центром. А так как внутри звездной сферы содержатся многие другие сферы, одна внутри другой, с движущимися по кругам светилами, то какое мнение более разумно: что эти внутренние сферы обращаются около того же центра мира, или центр их движения другой, далекий от первого? Как вы об этом думаете?

Симпличио. Я счел бы разумнее принять, что все части — и обнимающая и обнимаемые — движутся около одного и того же центра.

Сальвиати. Но если центр мира тожествен с центром обращения небесных тел, т. е. планет, то этим порешится, что не Земля, а скорее Солнце стоит в центре мира.

Симпличио. Из чего же заключаете вы, что не Земля, а Солнце — центр планетных движений?

Сальвиати. Это следует из наблюдений. Среди них самое убедительное доказательство того, что Земля находится вне этого центра, а в нем — Солнце, есть факт, что планеты то приближаются к Земле, то удаляются от нее, и разница расстояний значительна. Венера например в ее наибольшем удалении в 6 раз дальше от нас, чем в ближайшем расстоянии. Марс в первом случае в 8 раз[1] дальше, чем во втором. Вы видите, как ошибался Аристотель, считая расстояния их от нас неизменными.

Симпличио. Но в чем же признак, что движения планет происходят именно около Солнца?

Сальвиати. Относительно трех верхних планет — Марса, Юпитера, Сатурна[2] это следует из того, что они в ближайшем расстоянии от Земли находятся в моменты противостояния с Солнцем, а в дальнейшем — в моменты соединения с ним. Эти приближения и удаления настолько значительны, что Марс при приближении к Земле кажется в 60 раз ярче, чем когда удален. Движение Меркурия и Венеры около Солнца следует из того, что они никогда далеко от него не удаляются и бывают то перед ним, то сзади него, как это необходимо явствует из перемен в фазах Венеры. Что касается Луны, то ее никоим образом не следует отделять от Земли. Тем не менее и она обращается вокруг Солнца, сопровождая Землю в ее годичном движении.

Симпличио. Это построение мне не вполне понятно. Не сделать ли небольшой рисунок, уясняющий дело?

Сальвиати. Очень хорошо. Возьмем бумагу и циркуль... Итак, мы расположили небесные тела по системе Коперника и всем им приписали движение, исключая Солнца, Земли и неподвижных

---

[1] Правильнее — в 7 раз.

[2] Планеты далее Сатурна не были еще известны в эпоху Галилея.

звезд. Остается вырешить три пункта, а именно: покой, повидимому принадлежащий Земле; годичное движение, повидимому совершаемое Солнцем в поясе зодиака; наконец, суточное движение звездной сферы, сообщающееся от нее всему миру, исключая Земли. Но если пути планет имеют центром Солнце, то настолько же основательнее приписать покой Солнцу, а не Земле, насколько правильнее приписать неподвижность центру вращающихся сфер, чем всякому иному месту. К тому же Земле, помещенной между Венерой, обращающейся в 9 месяцев, и Марсом, совершающим оборот в 2 года, очень подходяще иметь период обращения в 1 год, предоставив покой Солнцу. Если же так, то необходимо, чтобы Земля имела и суточное вращение. Ибо если бы Солнце было в покое, Земля же имела бы только годичное движение около него, то наш год состоял бы только из одного дня и одной ночи — по шести месяцев тот и другая. Вы видите, как прекрасно облегчается вселенная от безмерно быстрого 24-часового движения; звездам же — которые суть такие же солнца — и самому Солнцу предоставляется покой.

Сагредо. Не странно ли, что это древнее Пифагорово воззрение, так подходящее к объяснению явлений, в течение тысячелетий так мало нашло приверженцев, отвергнуто Аристотелем и даже после Коперника терпит ту же участь?

Сальвиати. Если бы вы, синьор Сагредо, хоть раз пережили то, что неоднократно испытал я, и послушали, в какой мере бессмысленный вздор может сделать людей упорно недоступными всяким доводам, так что и слышать не хотят о новых воззрениях, не только их одобрить, — то вы не удивлялись бы малому числу приверженцев этих воззрений. Но мы не должны считаться с мнением людей, держащихся веры в неподвижность Земли потому, что они не могут в один день пообедать в Константинополе, а поужинать в Японии, или потому, что Земля, по их убеждению, не может подниматься вверх выше Солнца, а оттуда вниз головой валиться в глубину... Во мне вызывает изумление нечто другое. Вы удивляетесь, что Пифагорово учение нашло так мало приверженцев, а я удивляюсь, как эти немногие могли к нему склониться. Не могу надивиться тем, которые приняли это учение, победив собственные чувства и поднявшись, вопреки запретам рассудка, над их очевидными противопоказаниями. Мы видели, какие веские доводы имеются против суточного движения Земли. А то, что приводят против годичного движения, ставит на вид такие противоречия, что изумление мое не имеет границ, когда подумаю, как мог ум Аристарха и Коперника в такой мере победить чувства, что восторжествовал над их показаниями.

Мы набросали картину Коперниковой системы. Но против нее выступает прежде всего бог войны — Марс. Если принять, что расстояние Марса от Земли действительно изменяется так, как требует система, а именно что разница между наибольшим и наименьшим его расстоянием от Земли равна двойному расстоянию Земли от Солнца, то диск его необходимо должен казаться при ближайшем расстоянии в 60 раз более (по площади), чем при дальнейшем. И однако такого различия видимой величины не наблюдается. При противостоянии, когда Марс всего ближе к Земле, он едва в 5—6 раз кажется больше, чем в моменты соединения, когда он постепенно исчезает в лучах Солнца. Еще большую трудность представляет Венера. Если тело Венеры столь же темно, как тело Луны, и освещается подобно Луне лишь лучами Солнца, она должна казаться нам в виде серпа, как Луна, когда она находится близ Солнца. Но этого мы не замечаем[1]. Поэтому Коперник высказал догадку, что Венера — самосветяща или же проницаема для лучей Солнца; так пытался он объяснить отсутствие ее фаз. Об изменении кажущихся размеров Венеры он не говорит ничего, а о Марсе — много менее, чем следовало бы, потому вероятно, что не находил удовлетворительного объяснения явлению, столь противоречащему его учению. Тем не менее, убежденный другими многочисленными доказательствами, он не оставил его и продолжал считать истинным... Есть и другие заслуживающие внимания возражения, которые не легко устранить посредственным умам, но которые Коперник разъяснил. Что касается приведенных, то Марс и Венера действительно обнаруживают указанные различия видимой величины. Венера действительно кажется серпом перед Солнцем и обнаруживает фазы, как Луна.

Сагредо. Почему же это было неизвестно Копернику, раз вы это знаете?

Сальвиати. Эти вещи можно наблюдать лишь помощью зрения, а оно недостаточно совершенно, чтобы устанавливать подобные различия. Но после того как сделано удивительное открытие, которое позволяет повышать остроту зрения в 4, в 6, в 10, в 20, в 30, в 40 раз[2], бесчисленное множество вещей, оставшихся невидимыми по отдаленности или малости, при помощи зрительной трубы сделались доступны зрению.

---

[1] Галилей имеет здесь в виду наблюдение невооруженным глазом.

[2] Сорокакратное увеличение было наибольшим, какое достигалось зрительной трубой Галилея.

Симпличио. Сказать откровенно, я не имею большого доверия к недавно введенной зрительной трубе. Как и мои коллеги, другие философы - перипатетики, я считаю стекла трубы доставляющими обманчивые изображения, хотя иные и принимают то, что видно в эти трубы, за удивительные открытия. Если я ошибаюсь, мне приятно будет получить поучение относительно моей ошибки.

Сальвиати. Высокое мнение подобных людей о своей мудрости столь же мало основательно, как и пренебрежение их к чужой способности суждения. Они воображают, будто лучше могут судить об инструменте, к которому никогда не прикасались, нежели люди, сделавшие с ним тысячи наблюдений и продолжающие ежедневно делать их. Но не будем говорить об этом крепкоголовом роде людей; относиться к ним критически — слишком большая честь для них... Нам остается устранить то, повидимому невыгодное для системы Коперника обстоятельство, что тогда как все прочие планеты движутся вокруг Солнца каждая отдельно, Земля обходит Солнце в сопровождении спутника, ежемесячно обращающегося вокруг нее. Здесь надлежит громко высказать удивление проницательности Коперника и пожалеть, что он не живет в наше время, когда устранена эта кажущаяся несообразность совместного движения Земли и Луны. В Юпитере мы научились видеть как бы другую Землю, сопровождаемую не одною, а четырьмя лунами[1], и обходящую Солнце в 12 лет со всем, что может заключаться внутри пути четырех звезд Медичи[2].

Сагредо. На каком основании называете вы спутников Юпитера его лунами?

Сальвиати. Такими кажутся они для наблюдателя, помещенного на Юпитере: подобно Луне они темны и заимствуют свет от Солнца и подобно ей затмеваются, вступая в тень Юпитера.

---

[1] В эпоху Галилея было известно только 4 спутника Юпитера; остальные 5 открыты лишь после 1892 г. Сатурновы и Марсовы спутники также еще не были открыты в то время.

[2] „Звездами Медичи" Галилей назвал открытые им спутники Юпитера (в честь своего покровителя)

# РАССУЖДЕНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА О ДВУХ НОВЫХ УЧЕНИЯХ В МЕХАНИКЕ И ДВИЖЕНИЯХ

## ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЯ,

## члена академии, философа и первого математика при великом герцоге Тосканском

(1638)

Это — последнее сочинение Галилея, написанное им уже в заточении. После суда над Галилеем как над еретиком и вынесенного ему сурового приговора ни одна типография Италии не бралась печатать этой книги. Она вышла в свет за пределами Италии, в Голландии, в гор. Лейдене. Римская цензура готовилась уже возбудить преследование против обошедшего ее автора; престарелый ученый избег ее кары только благодаря тому, что друзьям его удалось распространить слух, будто рукопись была похищена у автора и издана без его ведома и участия.

Труд этот, как и „Разговоры", написан не по-латыни, а на итальянском языке и следовательно предназначался для широкого круга читателей. Если в предыдущем сочинении Галилей лишь развивает и популяризует идеи Коперника, то в этой книге он излагает свои собственные открытия в механике, сделанные им в течение его долгой жизни. В предисловии он пишет:

„Мы говорим вполне новое о том, что старо, как сам мир. Понятие о движении присуще всем; философы написали о нем много толстых книг. Но самые важные свойства движения до сих пор не выяснены. Мы их указываем, и работа наша послужит основанием наук, которые разработают великие умы".

Предвидение Галилея сбылось в полной мере. Мысли, высказанные в „Рассуждениях", сделались основным содержанием современной механики. Книга эта — безусловно самое великое из всего созданного гением Галилея, — хотя современники ценили больше астрономические его открытия. Справедливо писал Лагранж, замечательный французский математик, что „Рассуждения" составляют самое прочное основание славы Галилея: „Открыть спутников Юпитера, фазы Венеры, пятна на Солнце и пр. мог каждый, имеющий телескоп, досуг и усердие. Но нужен исключительный гений, чтобы извлечь законы из явлений, постоянно совершающихся перед глазами и все же никем не объясненных".

„Рассуждения" написаны в форме беседы тех же трех лиц, которые участвовали и в „Разговорах о двух системах мира": Сальвиати, Сагредо и Симпличио. Книга разделяется на шесть „дней" и охватывает огромное множество вопросов. Мы приводим далее три отрывка из этого сочинения: два из беседы первого дня и один из второго дня. В первом отрывке речь идет о прочности тел; Галилей рассматривает в нем ряд вопросов, большая часть которых изучается теперь наукой о сопротивлении материалов. Здесь наряду с положениями, совершенно правильными, читатель наших дней найдет и отголоски древних заблуждений, именно — ссылку на мнимую „боязнь пустоты". Давление атмосферы еще не было известно Галилею (открытие его составляет заслугу Торичелли, даровитого ученика Галилея); поэтому всю ту группу явлений, которая обусловлена давлением атмосферы, Галилей приписывал боязни пустоты, будто бы присущей природе. Многие еще и в наше время отдают дань этому воззрению, когда говорят о „стремлении жидкости заполнить образовавшееся пустое пространство", вместо того чтобы говорить о ее вытеснении в пустоту наружным давлением. Знаменитый рассказ о насосе, поднимающем



2018654346

воду только до определенной высоты, находится в этом отрывке из книги Галилея и влагается в уста Сагредо.

Второй отрывок рассматривает вопросы, относящиеся к падению тел в пустоте и в сопротивляющейся среде. Здесь впервые в истории науки устанавливаются правильные представления о падении, взамен тех совершенно превратных и спутанных воззрений, которые господствовали до Галилея.

Третий отрывок затрагивает интересный вопрос о прочности геометрически подобных тел (в применении к животным) и полагает основу учению о динамическом подобии, разработанному лишь в сравнительно недавнее время.

Чтобы дать представление о богатстве и разнообразии содержания остальной части сочинения, мы приводим далее перечень всех вопросов, которых касается книга.

## О прочности

### (Из беседы первого дня)

Сальвиати. Частое посещение вашего знаменитого арсенала, синьоры венецианцы, способно доставить пытливому уму обширное поприще для размышлений о предметах механики. Такое множество искусных людей постоянно занимается постройкою всевозможных инструментов и машин, пользуясь при этом открытиями своих предшественников и делая собственные изыскания; поэтому и не удивительно, что новые сооружения отличаются большим против прежних совершенством и крайним остроумием.

Сагредо. Вы ничуть не ошибаетесь. И я, от природы не лишенный любознательности, весьма часто посещаю это место и любуюсь работами наших механиков. Беседа с ними не раз помогла мне доискаться, от чего зависят многие явления, кажущиеся на первый взгляд не только удивительными, но и необъяснимыми, даже невероятными. Правда, не раз также случалось мне приходить в недоумение и отчаяние от трудности объяснить многое, повидимому непонятное, а между тем легко доступное здравому смыслу. Возьмем хоть то, что несколько дней назад мы слышали от почтенного старца; в сущности эта мысль, или лучше задача, весьма простая и похожая на множество задач, не сходящих с языка ограниченных людей, которые любят выказывать свои познания в том, о чем не имеют ни малейшего понятия.

Сальвиати. Вы, вероятно, говорите о последних словах этого механика. Помните, мы не могли постигнуть, для чего при постройке большого корабля, готового к спуску, употреблены подпоры, связи и другие приборы пропорционально гораздо больших размеров, чем при постройке обыкновенных судов. Нам объяснили, что это для того, дабы устранить опасность разрушения, возможную в корабле, предоставленном своей собственной огромной тяжести, между тем как для малых судов такой опасности не существует.

Сагредо. Действительно, я разумел это объяснение, но особенно то правило, которое мы услышали в заключение, а именно, что при всех сооружениях не следует по малому судить о большом и что нередко постройки, удавшиеся в малом виде, не удаются в увеличенном размере. Мне казалось, что так как все выводы механики основываются на геометрии, а в ней большая или меньшая величина кругов, треугольников, цилиндров не изменяет их свойств, то и физические тела и фигуры должны обладать одними и теми же свойствами, независимо от размера. Большая машина, построенная во всех своих частях согласно с небольшою моделью, по моему мнению, должна бы отличаться тою же прочностью и вообще теми же свойствами, как и эта модель; однако на деле оказывается совершенно противное.

Сальвиати. Мнение ваше, о котором вы сейчас упомянули, не основательно; не основательно уже потому, что найдется множество примеров, где, напротив, большие машины бывают удачнее своих малых моделей; чтобы не ходить далеко, возьмем часы с боем; построенные в большом размере, они гораздо прочнее и вернее маленьких. Нет, гораздо основательнее неудачу больших машин, теория которых зиждется на чистых и отвлеченных геометрических соображениях, приписывать только несовершенству материи, подверженной многим случайностям и изменениям. Быть может, покажется слишком смелым, если я скажу следующее: кроме несовершенства материи, могущего нарушить самые строгие математические выводы, разногласие вещественных машин с абстрактными и идеальными объясняется иными причинами. Позабыв о несовершенстве вещества и предполагая его совершенным и чуждым всякой случайной изменяемости, я готов утверждать, что одно то, что машины вещественны, удовлетворительно объясняет, почему, будучи построены из того же материала и с тою же пропорциональностью частей, большая машина и ее малая модель во всех отношениях будут одинаковы, за исключением силы и сопротивления постороннему влиянию, и почему, вопреки всякому ожиданию, чем больше машина, тем сравнительно будет слабее ее сопротивление. Так как я допускаю, что вещество неизменяемо, то-есть всегда одно и то же, то при этом предположении имеют место доказательства столь же строгие, столь же математические. Итак, синьор Сагредо, бросьте мнение, которого вы держались вместе со многими сведущими в механике, будто машины и сооружения, какой бы величины ни были, но одинаковые по модели, должны оказывать также одинаковое или вернее соответственное сопротивление внешним силам и постороннему влиянию; можно геометрически доказать, что, напротив, чем больше машина, тем

она склоннее, пропорционально, к меньшему сопротивлению. Это мы видим не только в искусственных машинах и постройках, но и в созданиях самой природы, потому что существует некоторый предел, за который не преступает ни искусство, ни природа, предел соблюдения одинаковых пропорций при тождественности материи.

Сагредо. Голова моя начинает итти кругом, и, как молния неожиданно озаряет облако, так необычайный свет мгновенно мелькнул в уме моем. Из того, что вы сейчас сказали, мне кажется, само собою следует, что невозможно из одного и того же вещества построить две машины, подобные между собою, но неравные по величине и оказывающие относительно одинаковое сопротивление. Если бы даже это и было возможно, нельзя найти двух бревен одного и того же дерева, которые выносили бы пропорционально одинаковое сопротивление и были одинаково крепки, а в то же время по величине не равнялись между собою.

Сальвиати. Без сомнения, синьор Сагредо... Чтобы лучше увериться, что мы сходимся в мыслях, возьмем бревно такой длины и толщины, чтобы, будучи укреплено например в стену и составляя с ней угол, т. е. соблюдая параллельность горизонту, оно имело наибольшую длину, при которой может вынести свою собственную тяжесть, так что, если чуть-чуть увеличить эту длину, бревно обломилось бы само собою. Такое бревно будет единственным в свете. В самом деле, если положить, что длина, например, во сто раз больше толщины, то не найдется другого бревна из той же материи, в котором бы длина относилась к толщине, как 100 к 1, и которое было бы способно вынести не более, как свою собственную тяжесть. Всякое большее бревно обломится, а всякое меньшее в силах вынести кроме собственного веса еще некоторую тяжесть. Сказанное мною справедливо и в отношении всякого другого сооружения; таким образом, если маленькая балка может вынести удесятеренный свой вес, то другая подобная ей балка, как бы велика ни была, не вынесет удесятеренного веса своего. Обратите ваше внимание, как истины, на первый взгляд невероятные, весьма просто разоблачаются от своей таинственности, когда приступишь к ним поближе. Всякому известно, что лошадь, упав с высоты трех или четырех локтей, неминуемо переломает себе кости, между тем как собака, падая с той же высоты, и кошка с высоты от 8 до 10 локтей, не ощущают ни малейшего вреда. Сверчок может без всякой для себя опасности броситься с высокой башни, а муравей, пожалуй, с Луны. Маленьким детям обходятся без несчастья такие падения, в которых взрослый наверное разбил бы себе череп или повредил руки и ноги. Совершенно так же,

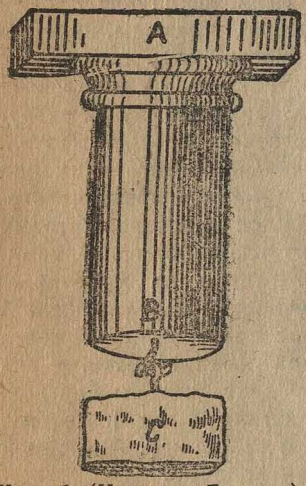
как в этом отношении небольшие животные сильнее и крепче больших, так и малые растения преимуществуют перед высокими. Огромный дуб, ростом локтей в двести, не вынесет массы ветвей своих и листьев, между тем как дубок умеренной высоты выдерживает пропорционально большую массу. Если бы природе вздумалось создать лошадь, в двадцать раз большую существующих лошадей, или великана, в десять раз высочайшего сравнительно с нами, ей пришлось бы для этого чуда нарушить пропорцию членов, особенно костей, придав им страшную толщину и изменив относительную соразмерность частей скелета. Итак, думать, будто искусственные машины, каких бы размеров ни были, одинаково прочны и устойчивы, — очевидная нелепость. Небольшие пирамиды, колонны и другие твердые тела могут безопасно существовать, сжиматься, расширяться и быть приводимы в движение, между тем как такие же тела больших размеров при первом неблагоприятном случае разрушаются не от чего иного, как только от собственной своей тяжести... Здесь кстати рассказать вам случай, достойный всякого внимания наравне со всеми происшествиями, случающимися вопреки человеческому ожиданию; вы увидите, что то самое средство, которым предполагалось устранить несчастье, только ускорило его. Объемистая мраморная колонна покоилась горизонтально на двух деревянных брусьях, положенных под ее оконечности. Через несколько времени строитель начал опасаться, что от собственной тяжести колонна расколется в ничем не подпертой средине своей, и для устранения такой опасности подпер эту средину третьим бруском. Казалось бы, чего лучше? Однако последствия были плачевны: через несколько месяцев колонна треснула и развалилась на самом том месте, под которое введена была новая подпора.

Симпличио. На самом деле, какой невероятный случай! Неужели виною его был новый брус, положенный под средину колонны?

Сальвиати. Без всякого сомнения. Вникните внимательно в этот случай, и вы перестанете удивляться... Когда куски расколовшейся колонны были сняты с подставок, оказалось, что один из старых брусьев от времени подгнил и опустился, между тем как новый средний брус отличался свежестью и крепостью; таким образом, одна половина колонны, вместо того чтобы лежать на брусе, после помещения новой подпоры висела на воздухе и, предоставленная собственной тяжести, не замедлила переломиться. Если бы чересчур предупредительный механик не озаботился о третьей подпоре, колонна осталась бы целою; тот или другой из брусьев мог подгнивать и опускаться сколько угодно без всякого вреда для колонны, потому что и она опускалась бы вместе с ним

Замечу кстати, что такого несчастья, вероятно, не случилось бы с меньшею колонной из того же камня и геометрически подобною изломавшейся колонне.

Сагредо. Ваше объяснение ясно и неопровержимо; но я не могу постичь, отчего с возрастанием количества материи равномерно не возрастают прочность и сопротивление. Тем более овладевает мною недоумение, что встречаю бездну примеров, когда возрастание прочности и устойчивости идет несравненно быстрее, чем возрастание материи; например, если вбить в стену два гвоздя, из которых один вдвое толще другого, то массивнейший в сравнении с менее массивным вынесет не только двойную, но тройную и даже четверную тяжесть.



Черт. 1. (Из книги Галилея).

Сальвиати. Скажите восьмерную, и это будет еще ближе к истине. Ваш пример отнюдь не противоречит моему учению, хотя и кажется несогласным с ним.

Сагредо. Будьте так добры, рассейте эти сомнения, объясните, если возможно, столь загадочные законы. Начатый нами разговор о сопротивлениях обещает бездну прекрасных и полезнейших созерцаний.

Сальвиати. Охотно исполню вашу просьбу, если только память не откажется служить мне и оживит то, что преподано нашим академиком [1], который сделал по этому предмету пропасть наблюдений и подвел их под обычные геометрические доказательства. Его изыскания составили целую науку, которую по справедливости следует назвать новою, потому что хотя некоторые ее выводы были замечены другими и прежде всех самим Аристотелем, однако труды нашего друга не менее прекрасны и, что всего важнее, опираются на строгие, несомненные доказательства. Я намерен, как вы желаете, рассеять вами сомнения, а потому мне следует также итти путем непреложных доводов и не довольствоваться бездоказательными рассуждениями. Но для этой цели необходимо предположить, что вам не безызвестны некоторые давнишние истины механики, и затем прежде всего рассмотреть, что происходит во время излома бревна, вообще всякого твердого тела, части

[1] Под „академиком" здесь и в других местах подразумевается Галилей.

которого прочно соединены между собою. В этом первом сведении заключается простейшее начало, которое мы должны предположить вполне известным при последующих изысканиях.

Для простоты возьмем цилиндр или призму AB (черт. 1), приготовленную из дерева или из другого какого-нибудь твердого вещества. Пусть этот цилиндр или призма висят вертикально, так что верхний конец A прикреплен к неподвижной балке, а к нижнему концу B привешен груз C. Понятно, что, каково бы ни было сцепление частиц в избранном твердом теле, только бы не доходило до бесконечности, оно может быть уничтожено увеличением груза C; тогда тело разорвется подобно веревке. Крепость веревки мы приписываем большему или меньшему числу пеньковых волокон, из которых она составлена; точно так же в куске дерева замечаем фибры, расположенные в длину, которые и сообщают ему сопротивляемость разрыву, несомненно большую, чем замечаемая в веревке той же самой толщины. В каменном или металлическом цилиндре сцепление частиц (оказывающееся еще сильнейшим) зависит не от фибр, но от иной причины; однако и здесь разрыв возможен.

Симпличио. Если действие происходит так, как вы говорите, то понятно, что древесные фибры, идучи во всю длину бревна, могут сообщить ему значительную растяжимость и сопротивляемость при разрыве; но каким образом веревка, состоявшая из коротких пеньковых нитей, не более двух или трех локтей каждая, может достигать длины во сто и более локтей и притом оставаться сопротивляющеюся разрыву? Желательно бы слышать ваше мнение также о сцеплении в металлах, камнях и других веществах, не имеющих фибр, но обладающих, если не ошибаюсь, еще значительнейшею крепостью.

Сальвиати. Мы уклонимся от прямой цели, пустившись, вместо изложения новых опытов, повторять вещи, всем давно известные.

Сагредо. Но если такие отступления могут привести нас к новым истинам, что препятствует нам, не обязанным следовать путем определенной и сжатой системы, но беседующим на свободе, по собственному влечению,—что препятствует нам, говорю я, потолковать о предмете, который рассмотреть в другой раз пожалуй не представится случая? Притом, кто знает, не дойдем ли мы до заключений, несравненно интереснейших против тех, которые прежде искали? Присоединяю свою просьбу к просьбе синьора Симпличио; я подобно ему полон любопытства и горю желанием узнать, что за сила сцепляет частицы твердых тел, под конец все-таки способных разорваться. Нам полезно иметь об этом све-

дение уже для того, чтобы уразуметь причину, связавшую фибры тех из твердых веществ, где они имеются.

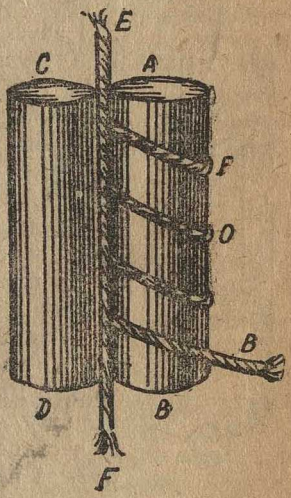
Сальвиати. Готов удовлетворить вашу любознательность, если того непременно желаете. Итак, первый предложенный мне вопрос состоит в следующем: почему веревка, будучи составлена из волокон не более двух или трех локтей каждое, может достигать длины в сто локтей и оказывать значительное сопротивление разрыву... Но скажите, синьор Симпличио, разве вы не можете взять одно пеньковое волокно и конец его держать между пальцами так крепко, что я, вытягивая за другой конец, скорее оборву волокно, чем освобожу его из вашей руки?.. Разумеется, можете... Теперь предположите, что не только конец, но и все протяжение волокна заключено в таких тисках, как ваши пальцы; очевидно, в этом случае становится еще легче оборвать волокно, чем освободить его из тисков. В веревке, через кручение, отдельные волокна плотно сжимаюгся между собою, так что потом, при растяжении ее, они прежде обрываются, чем отделяются друг от друга. В этом можно убедиться, рассмотрев то место веревки, в котором произошел разрыв; вы заметите там весьма короткие нити, между тем как, рассучив веревку, найдете в целых местах ее фибры длиною от двух до трех локтей.

Сагредо. В подтверждение ваших слов можно прибавить, что веревка разрывается не только от вытягивания, но также от чрезмерного закручивания; доказательство, по моему мнению, весьма убедительное, что волокна крепко сжаты друг другом. При закручивании они должны отделяться друг от друга или же, если их отделение невозможно, делать большее число спиралей и через то удлиняться. То и другое действие происходит на самом деле; отделение волокон друг от друга доказывается тем, что веревка после закручивания становится толще, а удлинение, превышая предел растяжимости, производит разрыв веревки, если только ее отдельные нити соединены между собою достаточно крепко.

Сальвиати. Ваше доказательство прекрасно. Однако взгляните, как одна истина влечет за собою другую. Сжатая двумя пальцами веревка удерживается ими и сопротивляется тянущей ее силе, потому что подвержена двоякому сжатию: и верхний и нижний пальцы одинаково напирают на нее. Отсюда следует, что, как скоро устранить действие одного пальца, веревка оказала бы только половинное против прежнего сопротивляние. Но устранить например верхний палец невозможно без того, чтобы не уничтожить действие и нижнего, а потому хорошо бы придумать средство, чтобы веревка сама собою прижималась к пальцу или вообще к какому-нибудь твердому телу, на котором покоится, и устроить

так, чтобы та же самая сила, которая оттягивает веревку от тела, прижимала ее к нему тем сильнее, чем сама становится больше. Этого легко достигнуть, обвив веревку вокруг данного тела, как увидим из чертежа.

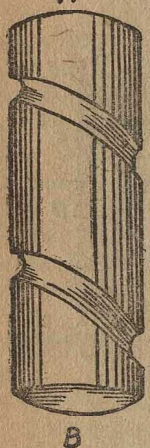
Пусть AB и CD (черт. 2) будут два цилиндра; между ними лежит веревка EF, которую для большей ясности предположим довольно тонкою. Очевидно, что, сильно сжимая друг с другом эти цилиндры и вытягивая веревку за один конец, мы заметим, что она оказывает сопротивление тем большее, чем сильнее сжаты цилиндры; но как скоро удалить один из цилиндров, то веревка, продолжая прижиматься к другому цилиндру, уже не представляет нам никакого сопротивления. Теперь прикрепим, хотя весьма слабо, нашу веревку в A и обовьем ее около цилиндра AB в виде спирали AFLOT; сделав это и взявшись за свободный конец, будем тянуть веревку. Тогда окажется некоторое сопротивление, которое будет тем значительнее, чем больше число оборотов веревки, ибо это сопротивление происходит от трения ее об обвиваемый ею цилиндр, и так как с увеличением числа оборотов умножается число соприкасающихся точек, то также возрастает и трение, а с ним и сопротивление нашей силе. Спираль может достигнуть такой длины, что веревка скорее оборвется, чем освободит цилиндр. Не ясно ли теперь, что совершенно подобное явление существует в толстом канате, в котором волокна описывают друг около друга множество спиралей? Взаимное трение их так велико, что из немногих и недлинных пеньковых фибр, при том составляющих довольно ограниченное число спиралей, можно свить очень крепкую веревку.



Черт. 2.
(Из книги Галилея).

Сагредо. Ваши слова рассеяли удивление, которое овладевало моим умом при виде двух явлений, казавшихся мне необъяснимыми. Первое состоит в следующем: если на ось ворота навернуть веревку только два или три раза, то она может выдержать большую тяжесть; во время действия ворота веревка наматывается на ось, и потому число оборотов образуемой ею спирали увеличивается; я заметил при этом, что сопротивление веревки быстро возрастает, так что она может поднимать огромные камни и бревна, между тем как достаточно слабого ребенка, чтобы держать другой

конец ее. Другое явление, не менее поражавшее меня, открыто молодым человеком, моим родственником. Недавно ему случилось спуститься из окна по веревке, и он страшно испортил себе ладони; в предохранение на будущее от такой неприятности, он придумал простое, но остроумное средство безопасно спускаться со значительной высоты. Для лучшего уразумения вкратце объясню это средство чертежом. Мой родственник взял цилиндрический кусок дерева AB (черт. 3) посредственной толщины, а длиною не более полфута и вырезал на его поверхности винтообразное углубление, образующее один виток и даже менее — такое углубление, в котором могла поместиться веревка, употребляемая для спуска. Вложив веревку в этот канал, он окружил цилиндр, не помню, деревянною ли или жестяною трубкою, разрезанною по длине и снабженною петлями, дабы было легко запирать и отпирать ее. Надежно укрепив один конец веревки, близ которого помещен описанный выше прибор, мой родственник охватил обеими руками наружную трубку и стал благополучно спускаться со значительной высоты. Трение веревки о трубку и о цилиндр производило то, что, более или менее сжимая прибор, молодой человек по желанию управлял скоростью своего движения и мог даже держаться неподвижно, как бы вися на воздухе.



Черт. 3. (Из книги Галилея).

Сальвиати. Действительно, прекрасное изобретение! Для полного его объяснения можно бы, мне кажется, сказать многое, но, не желая вдаваться в частности, умалчиваю об этих подробностях. Вы прежде всего желаете знать мое мнение о разрыве тел, которые лишены волокон, замечаемых в веревке и других растительных веществах. В них сцепление частиц зависит совсем от иных причин. По моему мнению, эти причины можно привести к двум главным; во-первых, к тому, что природа боится пустоты, а во-вторых (если первая причина окажется недостаточною), к тому, что частицы, составляющие твердое тело, крепко соединены между собою посредством клейкого вещества. Поговорим сперва о пустоте и убедимся ясными доказательствами, как велико и как происходит ее влияние. Возьмем две мраморные или стеклянные пластинки, выгладим и отполируем их так, чтобы при взаимном трении они скользили друг по другу: очевидное доказательство, что между ними нет никакого клейкого вещества. Теперь, если вздумаем отделить их друг от друга прямо, а не в сторону, то встретим сопротивление до того сильное, что верхняя пластинка увле-

чет за собою и приподнимет довольно тяжелую и толстую нижнюю пластинку. Не ясно ли доказывает нам этот опыт, что природа боится пустоты, что не позволяет даже на весьма короткое время существовать безвоздушному пространству, образовавшемуся в промежутке пластинок, пока окружающий воздух не успел еще наполнить его. Напротив, если пластинки не довольно хорошо отполированы и потому соприкасаются не вполне, то, медленно разъединяя их, мы не встретим иного сопротивления, кроме тяжести; однако при быстром поднятии верхней пластинки поднимается и нижняя, хотя немедленно отпадает, следуя за верхнею только весьма короткое время, пока находившееся между пластинками малое количество воздуха не успело расшириться и окружающий воздух не проник в пустоту. Сцепление, доказанное нами для двух отдельных пластинок, без сомнения, существует также и для частиц одного и того же твердого тела или же по крайней мере играет немаловажную роль, как причина его твердости.

Сагредо. Остановитесь, пожалуйста, и позвольте сделать замечание, которое только-что пришло мне в голову. Вы говорите, что нижняя пластинка следует за верхнею, если приподнять эту последнюю; не опровергает ли это явление свидетельство многих философов, и в их числе самого Аристотеля, который уверяет, что движение в пустом пространстве совершается мгновенно? Если бы это было справедливо, наши пластинки отделялись бы друг от друга и притом весьма легко, потому что одного и того же мгновения достаточно и для разъединения их и для наполнения воздухом образующейся между ними пустоты. Следовательно, если нижняя пластинка увлекается верхнею, то это значит, что в пустом пространстве движение совершается не мгновенно. Из этого также следует, что между пластинками остается пустота, хотя и на весьма недолгое время, а именно, пока окружающий воздух стремится ее наполнить; если бы не оставалось пустоты, не было бы никакой нужды в таком стремлении окружающего воздуха. Итак, мы должны допустить, что, хоть насильственно и вопреки природе, пустота все же возможна. Родится в уме моем и другое сомнение; хотя опыт удостоверяет меня в правильности нашего окончательного заключения, однако рассудок не вполне удовлетворен причиною, которой вы приписываете рассматриваемое явление. Вы говорите, что разъединение двух пластинок предшествует образованию пустоты, которое непосредственно следует за ним; но мне кажется, что всякая причина, если не по времени, то по своим свойствам, должна предшествовать самому событию и что для положительного события необходима причина столь же положительная. Каким же образом сцепление пластинок и следование нижней за верхней,

явления, существующие в данный момент, могут быть объясняемы образованием пустоты, которой еще не существует и которая появится только впоследствии? Вспомните слова философа: что не существует, то и не действует.

Симпличио. Не думаю, чтобы, заимствуя у Аристотеля эту аксиому, вы стали отрицать другую, столь же великолепную и непреложную, а именно, что природа не желает производить что бы то ни было противное ее законам. Эта истина, как мне кажется, вполне рассеет наши сомнения. Так как существование пустоты противно природе, то она должна противиться и всем явлениям, за которыми неизбежно следовало бы образование пустоты; вот почему наши пластинки противятся своему разъединению.

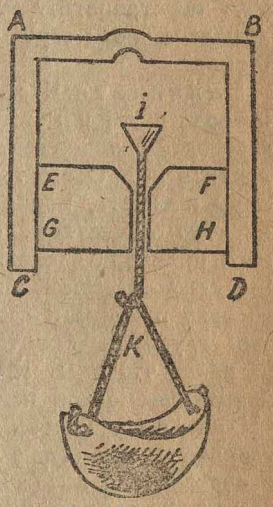
Сагредо. Допустим объяснение синьора Симпличио и станем продолжать наш разговор. Положим, отвращение природы от пустоты достаточно объясняет связь частиц в камне, в металле и в прочих телах, обладающих твердостью и сопротивляемостью при разрыве. Но до сей минуты я слышал и думал, что у каждого явления бывает одна причина, а если и окажется несколько причин, то все непременно сводятся на одну; отчего же одного отвращения от пустоты, — причины, не подлежащей сомнению, — мало для объяснения всякого сопротивления?

Сальвиати. В настоящее время не желаю входить в подробности относительно того, достаточно ли отвращения от пустоты для связи отдельных частиц твердого тела; скажу только, что это отвращение, действующее и достаточное в сцеплении пластинок, само по себе недостаточно для сцепления частиц твердого цилиндра, мраморного или металлического, который при действии большой силы, направленной по длине его, наконец испытывает нарушение внутренней своей связи и разрывается. Однако, если я найду средство различить сцепление, зависящее от пустоты, и твердость, происходящую от иной причины, какова бы она ни была, — если я покажу вам, как для полного уразумения явления мало предположить одну причину, то, скажите, согласитесь ли вы допустить другую?

Сагредо. Продолжайте, синьор Сальвиати, и предположив, что я с вами согласен, покажите нам способ различить боязнь пустоты от других причин; потом измерив эту боязнь, убедите нас в ее недостаточности для объяснения рассматриваемого явления.

Сальвиати. Извольте, я расскажу, каким образом можно различить боязнь пустоты от других причин, а потом покажу способ измерения этой боязни. Возьмем какое-нибудь удобоподвижное вещество, частицы которого сопротивляются разделению только от страха пустоты. Такое вещество — вода, как давно доказал наш академик в одном из своих сочинений. Попробуем, нельзя ли

Устроить из воды цилиндр и подвергнуть его растягивающей силе; сопротивление, долженствующее при этом оказаться, может быть объяснено только боязнью пустоты. Чтобы сделать подобный опыт, я придумал особый прибор, который на чертеже покажется гораздо понятнее, чем на словах. Пусть CABD (черт. 4) изображает в разрезе металлический или стеклянный цилиндр, внутри пустой и тщательно выточенный; внутрь его плотно входит сплошной деревянный цилиндр EG и FH, могущий однако свободно вигаться взад и вперед. Средина второго цилиндра просверлена и в образовавшееся отверстие пропущен железный стержень, снабженный на оконечности K крючком, а на другой оконечности конусообразною шляпою. Верхняя часть просверленного канала должна также расширяться в подобный конус, дабы при опускании вниз стержня шляпка его плотно прилегала к дереву. Опрокинем цилиндр AD и, вставив пробку (так называю я EGHF) в его углубление, не доведем ее до самого дна, но поместим от него на расстоянии двух или трех пальцев. Это пространство наполним водою, что легко сделать, предварительно налив ее в CD и отодвинув шляпку стержня от ее влагалища; воздух, заключающийся внутри прибора, уступит свое месте воде и выйдет через канал пробки, который для этой цели делается несколько шире стержня K I. Когда весь воздух вышел, запрем канал помощью конической шляпки I и приведем прибор в положение, изображенное на чертеже, а на крючок K повесим сосуд, в который кладем песок или другой груз. Можно этот груз увеличить до того, что поверхность пробки EF отделится от нижней поверхности воды, к которой прижималась единственно от страха пустоты. Тогда вес пробки, сосуда и его принадлежностей вместе с количеством груза выразят силу отвращения природы от пустоты. Теперь возьмем мраморный или стеклянный цилиндр, подобный описанному водяному; если для его разрыва, кроме тяжести самого мрамора или стекла, довольно найденного груза, то мы в праве заключить, что в стекле или мраморе частицы связаны тоже одним отвращением от пустоты. Но как скоро для разрыва окажется необходимым увеличить груз в четыре раза, мы можем быть уверены, что отвращение от пустоты составляют только одну пятую прочих



Черт. 4.
(Из книги Галилея).

причин разрыва, или, другими словами, что прочие причины вчетверо сильнее этого отвращения.

Симпличио. Нельзя не согласиться, что ваш прием чрезвычайно остроумен, но мне он кажется не совсем точным и неудобоисполнимым. Кто поручится, что воздух не пройдет сквозь щели между стеклом и пробкою, хотя бы вы оклеили последнюю войлоком или другим веществом? Конечно, дабы пробка I плотнее прилегала к коническому расширению канала, можно смазать его воском или скипидаром. Но достаточно ли этой предосторожности? Кроме того, разве частицы воды не могут расширяться и располагаться в большем пространстве? Разве воздух, испарения и другие тончайшие вещества не могут проникнуть через скважины дерева и даже стекла?

Сальвиати. Что касается до проникновения воздуха через дерево и через щели и между цилиндром и пробкою, то мой почтенный собеседник нашел вместе с неудобством возможность отчасти предотвратить его. Сверх того, я замечу, что мы можем заранее принять меры и видеть, проникает ли воздух или нет. Если вода растяжима наравне с воздухом, то пробка должна выдвигаться. На дне стеклянного цилиндра сделаем углубление; воздух и другие газообразные вещества, пройдя сквозь поры и щели, прорежут воду, проникнут доверху прибора и соберутся в углублении. Следовательно, если это углубление занято водою, а не воздухом, то мы должны быть уверены, что опыт удался, что вода нерастяжима и что стекло непроницаемо для наитончайших веществ.

Сагредо. Теперь мне стало понятным явление, которое прежде удивляло меня своею необъяснимостью. Как-то я вырыл колодец и снабдил его насосом, помощью которого я думал (но напрасно) доставать из глубины воду легче и в большем количестве, чем помощью обыкновенных ведер. Клапан и весь механизм насоса находился в верхней части трубки, дабы вода поднималась вследствие притяжения, а не нагнетания, как это бывает в обыкновенных насосах, у которых механизм помещен в нижнем конце трубки. Мой насос после первых качаний действовал отлично, и, хотя в колодце воды было не слишком много, она поднималась более и более, но вдруг она перестала подниматься и остановилась на одном месте, хотя насос продолжал действовать. Впервые заметив это явление, я думал, что произошло какое-нибудь повреждение в клапане, и отнес его к мастеру, дабы поправить. Однако мастер объявил, что клапан во всей исправности, но что вода не терпит, чтобы ее поднимали на большую высоту. Он уверял, что вообще ни насосом, ни другим прибором, основанным на притяжении, нельзя поднять воду выше восемнадцати локтей и что это наиболь-

шая высота водяного столба в трубке, будет ли она большего или малого диаметра. До нынешнего дня я искал разрешения этой загадки, хотя и знал, что веревка, бревно, железный прут и т. п., прикрепленные к верху, при значительном удлинении своем могут разорваться и единственно от собственной тяжести; мне в голову не приходило, что такой разрыв может случиться с водяным столбом еще скорее, чем с веревкою. На самом деле, что такое образуется в трубке насоса, если не водяная веревка, прикрепленная к поверхности поршня, удлиняющаяся более и более и наконец обрывающаяся от собственного веса,—совершенно так же, как это бывает с обыкновенною веревкою?

Сальвиати. Совершенно справедливо! Восемнадцать локтей есть постоянный предел, за который не преступает высота воды, будет ли она заключаться в широкой или узкой трубке, даже в такой, которая не шире соломинки. Итак, вес водяного столба высотою в 18 локтей, а широты какой угодно, выражает ту часть сопротивления, которая зависит от боязни пустоты не только в данном случае, но и вообще для цилиндра соответственных размеров, приготовленного из любого твердого вещества, основываясь на предыдущем, покажем, как найти предел длины, преступая за который толстые или тонкие цилиндры, сделанные из металла, камня, дерева, стекла и тому подобного, отказываются выносить собственную тяжесть и разрываются. Для примера возьмем медную проволоку произвольной толщины и длины; один конец ее прикрепим к балке, а к другому привесим груз. Мало-по-малу, увеличивая этот груз, мы дойдем до того, что проволока оборвется; пусть наибольший выдерживаемый ею груз равняется, например, 50 фунтам. Ясно, что 50 фунтов меди вместе с весом проволоки, взятой для опыта (положим, что этот вес составляет $^1/_8$ унции), будучи вытянуты в проволоку того же диаметра, как данная, дадут наибольшую длину, при которой новая проволока еще противится разрыву. Измерив длину оборвавшейся проволоки, найдем ее равною, например, одному локтю; но так как она весила $^1/_8$ унции и выдерживала собственную тяжесть и еще 50 фунтов груза или $\frac{4800}{8}$ унций, то мы в праве заключить, что всякую медную проволоку той же ширины можно довести до длины 4801 локтя, не более. Пойдем далее; если длина нашей медной проволоки, превысив 4801 локоть, не выдерживает собственной тяжести, то сопротивление, зависящее от страха пустоты и действующее в этой проволоке, выражается весом водяного столба равного с ней диаметра, а высотою в 18 локтей. Найдя, например, что медь в 8 раз тяжелее воды, мы заключаем, что в каждой медной проволоке часть сопротивления, зави-

сящая от страха пустоты, равна весу двух локтей этой проволоки. Помощью таких опытов и рассуждений можно определить крайнюю длину проволок и прутьев, сделанных из всякого твердого вещества, а также и большее или меньшее влияние страха пустоты при их сопротивлении разрыву.

## О падении тел

(Из беседы первого дня)

Симпличио. Аристотель утверждает, что различные тела в одной и той же среде движутся с разною скоростью и непременно пропорционально их весу, так что груз больший в 10 раз и движется вдесятеро скорее. Дальше он принимает, что скорости одной и той же массы в разных средах обратно пропорциональны плотностям, так что если, например, плотность воды вдесятеро больше плотности воздуха, то скорость в воздухе вдесятеро больше, чем в воде.

Сальвиати. Очень сомневаюсь в том, чтобы Аристотель когда-нибудь проверил на опыте, действительно ли два камня, из которых один вдесятеро тяжелее другого, — если пустить их в одно и то же мгновение, например, с высоты 100 локтей, — что такие два камня получат настолько различное движение, что по прибытии большего на место меньшее пройдет лишь 10 локтей.

Симпличио. По вашим словам можно думать, что вы производили подобные опыты, иначе вы не говорили бы таким образом.

Сагредо. Но я, синьор Симпличио, не производил никаких опытов и уверяю вас, что пушечное ядро в 100, 200 и более фунтов ни на пядь не обгонит полуфунтовую ружейную пулю, если оба упадут с высоты 200 локтей.

Сальвиати. Не производя длинных опытов, мы можем путем одного лишь краткого рассуждения доказать невозможность того, чтобы больший груз двигался скорее, нежели меньший, если они состоят из одного и того же вещества. Если у нас имеются два тела, обладающие разными скоростями, и если мы их соединим, то ясно, что движущееся скорее получит замедление, а движущееся медленнее — ускорение. Согласны вы с этим?

Симпличио. Этот вывод я нахожу совершенно правильным.

Сальвиати. Но если это верно и если бы было справедливо, что больший камень движется, например, со скоростью 8 локтей, а малый со скоростью 4 локтей, то оба вместе должны были бы, если их соединить, обладать скоростью меньше, чем в 8 локтей. Но ведь оба камня вместе, конечно, больше, чем большой камень,

обладавший скоростью в 8 локтей; и стало-быть выходит, что больший камень (происшедший от соединения двух) будет двигаться медленнее, чем меньший, — а это противоречит вашему предположению. Вы видите, что из допущения, будто большее тело обладает большею скоростью, чем меньшее, я вас могу привести к выводу, что большее тело движется медленнее, чем меньшее.

Симпличио. Я совсем смущен, потому что мне все-таки представляется, что меньший камень, соединенный с большим, увеличивает его вес, а потому должен увеличить также и его скорость, или по крайней мере не уменьшать ее.

Сальвиати. Вы впадаете в новую ошибку: неверно, будто меньший камень увеличивает вес большего.

Симпличио. Вот как? Это выходит за пределы моего понимания!

Сальвиати. Вы все поймете, если я вас высвобожу из рамок того заблуждения, в котором вы находитесь. Заметьте хорошо, что в данном вопросе надо различать, движется ли уже тело или находится в покое. Если мы положим камень на одну чашку весов, то от прибавки еще одного камня вес увеличится, даже от прибавления куска пакли он возрастает. Но если вы возьмете камень, связанный с паклей, и дадите ему возможность свободно падать с большой высоты, то, как вы думаете, будет ли пакля во время движения давить на камень и ускорять его движение, или же камень будет задерживаться в своем движении, как бы поддерживаемый куском пакли? Разве мы не ощущаем груза на наших плечах, если стараемся помешать его движению? Но если мы станем двигаться (вниз) с такою же скоростью, как и груз, лежащий на нашей спине, то как же он может давить и обременять нас? Не согласны ли вы, что это подобно тому, как если бы мы захотели поразить копьем кого-либо, кто бежит впереди нас с такою же скоростью, как и мы? Итак, вы должны вывести заключение, что при свободном падении малый камень не давит на большой и не увеличивает его веса, как это бывает при покое.

Симпличио. Ну, а если бы больший камень покоился на меньшем?

Сальвиати. Тогда он должен был бы увеличить его вес, если бы скорость его была больше. Но мы уже нашли, что если бы меньший груз падал медленнее, то уменьшил бы скорость большого груза; следовательно, составная масса двигалась бы медленнее своей части — что противоречит вашему допущению. Итак, разрешите принять, что большие и малые тела равного удельного веса движутся с одинаковою скоростью.

Симпличио. Вывод ваш превосходен, но я все-таки с трудом могу верить, что свинцовая дробинка падает так же скоро, как пушечное ядро.

Сальвиати. Вы, конечно, не будете, как некоторые, отвлекать разговор от главного вопроса и придираться к выражению, уклоняющемуся от истины только на какой-нибудь волосок. Аристотель говорит: железный шест в 100 фунтов, падая с высоты 100 локтей, проходит эти 100 локтей в такое же время, в какое шест в 1 фунт проходит 1 локоть; а я утверждаю, что оба при падении с высоты 100 локтей придут на место в одно и то же время. Вы находите, что большой шест в действительности обгонит малый на два пальца, так что, когда большой уже достигнет земли, маленький должен будет пробежать еще пространство величиною в два пальца. Этими двумя пальцами вы хотите замазать ошибку Аристотеля в 99 локтей и, придираясь к моему малому уклонению, затушевать большую ошибку Аристотеля.

Симпличио. Но, может быть, при высоте падения в несколько тысяч локтей можно будет заметить то, что незаметно при малой высоте?

Сальвиати. Предположением, будто Аристотель думал что-либо в этом роде, вы приписали бы ему совсем новую ошибку или даже неправду. Так как таких вертикальных поднятий мы совсем не находим на Земле, то над ними Аристотель не мог делать опытов, а между тем он как-будто говорит о таких опытах. И другое утверждение не менее ложно. Если бы было справедливо, что одно и то же тело в средах разной плотности, например в воде и воздухе, движется со скоростями, обратно пропорциональными этим плотностям, то все тела, падающие в воздухе вниз, должны были бы и в воде падать вниз, — что однако совершенно неверно, так как многие тела в воздухе падают, а в воде, наоборот, поднимаются.

Симпличио. Я понимаю необходимость вашего вывода. Но Аристотель говорит о телах, которые падают в обеих средах, а не о таких, которые в воздухе падают, а в воде поднимаются.

Сальвиати. Скажите мне, согласны ли вы с тем, что плотность воды и воздуха находятся в каком-либо определенном отношении, и если да, то выразим это отношение каким-либо числом.

Симпличио. Хорошо, допустим, что это отношение десять, тогда значит падающее в воздухе тело будет двигаться в 10 раз скорее, чем в воде.

Сальвиати. Теперь представим себе тело, падающее в воздухе и поднимающееся в воде, например кусок дерева, и представляю вам определить скорость его движения в воздухе.

Симпличио. Пусть эта скорость будет 20 локтей.

Сальвиати. Так как кусок дерева не тонет в воде, то вы, я надеюсь, согласитесь, что можно сделать подобный кусок из такого материала, чтобы он двигался в воде со скоростью 2 локтей.

Симпличио. Конечно; но только материя должна быть тяжелее дерева.

Сальвиати. Это именно мне и нужно. Итак, если этот второй кусок падает в воде со скоростью 2 локтей, то с какою скоростью он будет падать в воздухе? По Аристотелю вы должны сказать, что со скоростью 20 локтей; но ведь вы сами допустили эту скорость для первого, более легкого куска; значит, выходит, что два совершенно различных тела должны двигаться в воздухе с одинаковою скоростью? Но как же это согласовать с первым законом древнего философа, законом, по которому различные тела в одной и той же среде движутся с совершенно различными скоростями, а именно пропорционально своему весу?

Сагредо. Так как синьор Симпличио молчит, то я позволю себе привести еще одно соображение. Хотя вы и ясно доказали, что тела неравного веса движутся в одной и той же среде с равною скоростью, однако предполагали, что тела эти сделаны из одинакового вещества или имеют одинаковый удельный вес; не хотите же вы заставить нас верить, что кусок пробки движется в воде так же скоро, как и кусок свинца. Далее, так как вы убедили нас, насколько неправильно допущение, что одно и то же тело в разных средах движется со скоростями, обратно пропорциональными сопротивлениям, то я очень хотел бы узнать, какие же отношения существуют на самом деле в этих случаях.

Сальвиати. После того как я убедился в несправедливости вывода, будто одно и то же тело в разных средах достигает скоростей, обратно пропорциональных сопротивлениям, а также и неверности того, что тела разного веса приобретают в одной и той же среде скорости, пропорциональные весам,—я соединил оба эти фактора, взяв тела разного веса и в различно сопротивляющихся средах; я нашел, что полученные скорости отличались между собою тем более, чем значительнее было сопротивление среды, и притом в такой степени, что два тела, падающие в воздухе почти одинаково быстро, могут в воде обладать скоростями, в десять раз отличными друг от друга. Случается и так, что иное тело падает в воздухе, а в воде плавает, т. е. или вовсе не движется, или даже поднимается. Можно подобрать такие сорта дерева или их суковатые места, которые плавают под водою на любой глубине, а в воздухе быстро падают.

Сагредо. Я неоднократно старался облепить палочку воска, которая сама по себе плавает в воде, песчинками так, чтобы вес

ее равнялся весу воды и воск плавал на любой глубине; несмотря однако на все предосторожности, это мне не удалось. И я не знаю, есть ли какое-либо твердое вещество совершенно такой же плотности, как вода, которое могло бы плавать в воде на любой глубине?

Сальвиати. В этом отношении, как и в тысячах других, многие животные превосходят нас. Для примера можно назвать рыб, которые так искусны в этом, что сохраняют по произволу равновесие не только в чистой воде, но и в воде с разными примесями. Я думаю, что они достигают этого при помощи данного им от природы органа, а именно того маленького пузыря, который сообщается узким отверстием со ртом; благодаря этому они по произволу могут или выпустить воздух, заключенный в этом пузыре, или, всплывая на поверхность, набрать его и таким образом уравновешивать себя по собственному желанию [1].

Сагредо. Однажды при помощи особой уловки я обманул некоторых приятелей, похваляясь перед ними тем, что мне удалось будто бы уравновесить воск с водою. Я взял сначала соленой воды, а потом сверху налил пресной; восковая палочка оставалось посредине и, хотя ее толкали ко дну и поднимали, она все-таки стремилась к середине.

Сальвиати. Это очень полезный опыт. Если будем рассматривать свойства воды и говорить о разном удельном весе, то при помощи куска какого-либо вещества можно будет обнаружить малейшие различия, так как в одной воде он будет тонуть, а в другой всплывать. Опыт можно сделать так точно, что прибавка 2 гран соли к 6 фунтам воды заставит подниматься этот кусок, только что перед этим тонувший. Не только растворение более плотного вещества производит это явление, но и простое нагревание или охлаждение.

Различие скоростей разных тел различного удельного веса, вообще говоря, значительнее в сильнее сопротивляющихся средах. В ртути тонет только золото, тогда как все другие металлы и камни поднимаются и плавают. С другой стороны, золото, свинец, медь, порфир и др. тяжелые тела падают с почти незаметным различием в воздухе; с высоты 100 локтей золото едва ли на четыре пальца опережает медь. Сообразно с этим я думаю, что если бы уничтожить сопротивление воздуха, то все тела падали бы с совершенно одинаковою скоростью.

---

[1] Это представление о роли плавательного пузыря в настоящее время отвергнуто; функция его иная, чем приписываемая ему Галилеем.

Симпличио. Это рискованное утверждение, синьор Сальвиати. Никогда не поверю, чтобы в пустоте клок шерсти падал так же скоро, как и свинец.

Сальвиати. Успокойтесь, синьор Симпличио. Мы будем рассматривать движение разных тел в несопротивляющейся среде так, что все различие приведем к самим падающим телам. Так как нам необходимо для опыта вполне безвоздушное пространство, не содержащее никакой, хотя бы даже самой тонкой и податливой материи, а такого пространства мы получить не можем[1], то попробуем узнать, как явление происходит в средах, наиболее тонких и наименее сопротивляющихся, в противоположность другим средам, менее тонким и более сопротивляющимся. Если окажется фактически, что различные тела обнаружат тем меньшую разницу в скорости движения, чем податливее среда, и что, наконец, несмотря на большое различие падающих тел — в тончайшей среде останется лишь небольшая, даже едва заметная разница в скоростях падения, то тогда, кажется мне, мы с большой вероятностью в праве предположить, что в пустоте наступило бы полное равенство этих скоростей. Тяжелое тело от природы обладает главным стремлением к общему центру падения тел, т. е. к центру земного шара, и притом путем непрерывного и равномерно-ускоренного движения, так что в разные времена прирастают равные новые скорости. Это наступает каждый раз, когда удалены случайные внешние препятствия. Из них есть одно, которое не может быть удалено, — это сопротивление среды, в которой должно двигаться падающее тело. Среда, даже податливая и находящаяся в покое, противопоставляет движению сопротивление, которое, смотря по обстоятельствам, то больше, то меньше; оно тем большее, чем скорее должна расступаться эта среда, чтобы пропускать тело; следовательно, тело, падая по природе ускоренно, испытывает постоянно увеличивающееся сопротивление. Вследствие этого наступает замедление и уменьшение всех вновь приобретенных скоростей, так что, наконец, все ускорение погашается и тело приходит в состояние равномерного движения, в котором оно далее и пребывает.

## О пределах размеров животных

(Из беседы второго дня)

Сальвиати. Ни искусство, ни наука не могут творить свои машины необычайной величины, и, например, невозможно

[1] Воздушных насосов в эпоху Галилея еще не знали.

строить страшно огромные корабли, дома и храмы, в которых балки, столбы, своды, железные связи и прочие части не грозили бы изломом от собственной тяжести. Природа не решается произрастить дерево чрезмерной величины потому, что его ветви под грузом собственной тяжести не преминули бы обломиться. Нельзя было бы существовать и производить настоящие их движения людям и животным, если бы они приняли огромный рост и при этом форма их увеличенных костей осталась подобною нынешней; или веществу этих костей следовало бы измениться, сделаться плотнее и устойчивее или же эти кости должны были бы безобразно утолститься. Но в этом случае фигура и наружность животного сделалась бы уродливою, — важная истина, которую заметил мой любимый поэт, когда наблюдательный гений его изобразил наружность Гиганта:

Огромный рост его так члены утолщает,
Что вид чудовища они ему дают[1].

Но вот самый лучший пример того, что я говорю.

Пусть кость животного (черт. 5 ) удлинились только в три раза и стала толще в гораздо большее число раз, а именно во столько, чтобы в большом животном, которому принадлежит, она могла совершать отправление, соразмерное отправлению подобной кости в малом животном. Взгляните, какую неуклюжую форму имеет утолщенная часть. Не ясно ли, что для сохранения соразмерности членов, отличающей нормального человека, члены в теле великана или должны отличаться большею плотностью и сопротивляемостью, или же быть относительно непрочными и слабыми в сравнении с членами человека обыкновенного роста; великан, чем выше ростом, тем более был бы удручен тяжестью своего тела и падал. Наоборот, мы видим, что по мере уменьшения величины животных их сила не только сравнительно не уменьшается, но увеличивается в большей и большей пропорции. Я уверен, что небольшая собачка может выдержать на спине своей двух или трех таких же собачек, но не думаю, чтобы лошадь выдержала даже одну равную себе.

Симпличио. Если это так, большой повод к сомнению дают мне огромные рыбы, например кит, который по объему, я думаю, раз в десять больше слона и все-таки создан природою.

Сальвиати. Ваше сомнение, синьор Симпличио, заставляет меня вспомнить оговорку, которую я позабыл сделать. Действительно, могут огромные животные существовать и двигаться не хуже малых и при этом не всегда необходимо, чтобы кости и дру-

[1] Ариост. в „Неистовом Орланде".

гие части тела, назначение которы выносить собственную и случающуюся внешнюю тяжесть, быль очень крепки: оставив в покое утолщение или уплотнение костей, иногда мы видим, что напротив, существование огромных животных возможно и при уменьшении плотности костей или мяса, лежащего на этих костях. Эту-то вторую задачу исполнила природа в рыбах, снабдив их скелетом и плавниками не только весьма легкими, но даже лишенными веса.

Симпличио. Догадываюсь, к чему клонится ваша речь: вы хотите сказать, что рыбы живут в воде, плотность которой убавляет вес всякого тела, погруженного в нее; по этой причине тело рыб, лишаясь веса, может существовать без того, чтобы кости становились плотнее. Но этого не довольно, потому что хотя мясо рыб не тяготеет, зато несомненно тяготеют ее кости. Кто усомнится, что китовое ребро, похожее на огромную доску, в воде пойдет ко дну? Как же не ломается такое ребро?

Черт. 5.
(Из книги Галилея).

Сальвиати. Ваше возражение остроумно, но позвольте вас спросить, разве вам не случалось видеть, что рыбы то опускаются ко дну, то стоят неподвижно среди воды, то поднимаются на ее поверхность и при этом не употребляют в дело своих плавников?

Симпличио. Случалось, но что же из этого следует?

Сальвиати. Эта способность рыб держаться неподвижно в любом месте воды самым очевидным образом доказывает, что вес их тела равняется весу равного объема воды, так что хотя некоторые вещества, входящие в состав их тела, тяжелее воды, зато другие легче ее. Следовательно, если кости тяжелее воды, то нервы и прочие ткани непременно легче ее и действуют своею легкостью наперекор тяжести костей. Таким образом в водяных животных имеется прямо противное тому, что мы замечаем в животных сухопутных: в последних обязанность выносить тяжесть тела лежит на костях, а в первых на мясе, которое выносит свою тяжесть и тяжесть костей. Итак, не удивляйтесь, что в воде существуют огромные животные, а на земле или в воздухе их не существует.

Сагредо. Теперь мне понятно, что великан морей, будучи вытащен на сушу, пожалуй недолго останется невредимым, потому

чтокости его не вынесут тяжести тела, которое треснет во многих местах.

Сальвиати. Полагаю, что так, и кроме того уверен, что громадное судно, собственную тяжесть которого увеличивает огромный груз товара, в воде крепко, а на суше, со всех сторон окруженное воздухом, может развалиться.

## СОДЕРЖАНИЕ

### „Рассуждения о двух новых учениях"

#### Первый день

Подобным образом построенные машины не одинаковы относительно своей прочности. Твердость и прочность шеста в стене. Животные и растения чрезмерной величины. Удивительный излом мраморного столба. Причины сцепления. Пределы растяжимости. Растяжимость канатов. Прибор для того, чтобы скользить. Прилипание пластинок и боязнь пустоты. Пустотою нельзя объяснить сцепления. Измерение силы пустоты. Подъем воды в насосах. Прочность медной проволоки (на разрыв). Попытка объяснить сцепление посредством бесконечно малых пустых пространств. Сжатие влажных канатов. Конечное и бесконечное. Невозможность сравнений в области бесконечного. Пример: квадратные числа. Невозможность разделения на бесконечное число частей помощью последовательного деления. Мистическая философия понятия о единице. Гиперболическая и круговая система точек. Сравнение жидкости с понятием об единице. Сравнение жидкости с порошком. Зажигательное зеркало. Скорость света. Опытный земной метод. Актуальное деление линии на бесконечное число частей. Принцип утончения. Тонкость золотой проволоки. Поверхности равнообъемных цилиндров. Емкости цилиндров одинаковых поверхностей. Площадь круга превышает площадь многоугольников одинакового с кругом периметра. Сгущение и разрежение. Против Аристотелева учения о свободном падении. Падение в сопротивляющейся среде. Падение тел в воде; плавание животных. Сцепление воды, образование капель. Диффузия вина и вода. Падение в пустоте и в сопротивляющихся срединах. Определение абсолютного и удельного веса воздуха. Качание маятника и изохронизм. Музыкальные тоны вследствие трения. Зависимость сопротивления от поверхности. Равномерное движение, получающееся в сопротивляющейся среде. Брахистохроны. Законы качания маятника. Принцип совместного качания. Акустические интервалы. Созвучие и диссонанс.

## Второй день

Закон рычагов. Различие между прочностью на излом и на растяжение. Плоские и острые призмы. Цилиндры и призмы действуют пропорционально квадрату длины. Прочность на излом пропорциональна кубу толщины. Прочность на излом цилиндров одинаковой длины пропорциональна отношению масс, умноженному на полтора. Одинаковая прочность на растяжение коротких и длинных шестов и веревок. Прочность на излом у подобных тел. Одинаковая прочность на излом при различной длине и толщине. Прочность на излом больших и малых тел. Кости великанов. Возможная величина водяных животных. Излом от собственного веса. Прочность шестов при 1 и 2 подпорках. Могущество геометрии и логики. Определение силы, необходимой для переламывания шестов. Квадратура параболы. Способы чертить параболу. Прочность на излом полых цилиндров. Сравнение прочности полых и массивных цилиндров. Послесловие.

## Третий день

Равномерное движение. Теорема относительно этого движения. Естественное ускоренное движение. Определение. Причина ускорения. Сущность равновесия. Заблуждения. Скорость на наклонных плоскостях одинаковой высоты. Задержанный маятник и его понятие. Теорема I. Сравнение времен, необходимых для пробегания одинаковых пространств при равномерном и равномерно-ускоренном движении. Теорема II. Пройденные пути относятся, как квадраты времен. Прибавление I. Пути относятся, как нечетные числа. Опыты для доказательства этого положения. Прибавление II. При ускоренном движении времена, в течение которых пробегаются пути, относятся, как один путь к средней пропорциональной из обоих. То же для наклонных плоскостей. При равных высотах наклонных плоскостей приобретенные скорости равны между собою. Теорема III. Времена падения тел по наклонным плоскостям одинаковых высот пропорциональны пройденным путям. Теорема IV. Времена падения по наклонным плоскостям одинаковой длины на разной высоте обратно пропорциональны квадратным корням из высот. Времена падения при различных усложнениях. Теоремы V — VI. Времена падения по хордам круга. Эстетическое применение. Теорема VII. Времена падения на плоскостях различного наклона. Теорема VIII. Времена падения по любым хордам круга. Теоремы IX — XII. Времена падения по наклонным плоскостям при различных условиях. Задача I — III. Построение наклонных

плоскостей при различных условиях. Теорема XIII. Времена падения по наклонной плоскости после пробега по вертикальному направлению. Теорема XIV. Времена падения по наклонным путям после пробега по вертикальным направлениям в известных границах. Относящиеся к этому вопросу задачи. Теорема XV. Подъем на наклонную плоскость. Теорема XVI. Движение по горизонтальной плоскости после вертикального падения. Задача X. Построение пути поднятия при данном времени падения. Теорема XVII. Сложные предложения о временах падения. Теорема XVIII. Падение по двум хордам. Задача XI. Горизонтальное движение после пробега различных путей. Теорема о минимуме. Теоремы XIX и XX. Кратчайшие по временам падения пути. Теорема XXI. Кратчайшее время падения между двумя заданными на наклонной плоскости точками. Задача XII — XIV. Более сложные задачи о движении, предшествующем движению по наклонной плоскости. Теорема XXII. Начало минимума при движении по следующем друг за другом хордам кругов. Прибавление. Движение по окружности. Задача XV. Определение пройденных в одинаковые времена путей во время самого движения на наклонной плоскости. Задача XVI. Определение пройденных по горизонтальному направлению путей, после того как тело падало вертикально.

## Четвертый день

Введение в изучение параболы. Рассуждение о сложных движениям. Теорема II. Сложное равномерное движение. Теорема III. Сложение равномерных и неравномерных движений. Определение „сублимитета“. Задача I. Определение скорости в различных точках параболы. Задача II. Определение „сублимитетов“. Задача III. По сублимитету и высоте построить амплитуды. Теорема VI. Начало минимумов. Теорема V. Величина бросания. Теорема VI. Если высоты и сублимитеты обратно пропорциональны, то амплитуды равны. Теорема VII. Вычисление импульса из высоты и сублимитета. Задача II. Построение высот. III и IV. Вычисление таблиц амплитуд, высот и сублимитетов. Таблица I. Высота парабол при одинаковых импульсах и различном подъеме. Таблица 2. Амплитуды при одинаковом импульсе и при различных. Таблица 3. Высоты и амплитуды при различных подъемах. Замечания о бросании.

---

## Дополнения к 3-му и 4-му дню.

Центр повешенных на рычаге грузов. Центр тяжести коноида. Центр тяжести усеченного коноида. Центр тяжести фигур, впи-

санных в конус и описанных около него. Центр тяжести конуса и пирамиды. Центр тяжести усеченного конуса и пирамиды.

## Пятый день

Евклидово определение пропорциональности. Определение пропорциональности, даваемое Сальвиати (т. е. Галилеем). Понятие о сложной пропорции.

## Шестой день

Опыт удара, получаемого при истечении из одного сосуда в другой, если оба прикреплены к плечу весов. Неожиданное следствие. Рассуждение о том, может ли мертвый груз дать толчок. Неограниченность сопротивления, которое может быть преодолено ударом. Попытка объяснить действие удара. Действие удара падающего тела. Обратное действие на ударяющее тело. Действие удара требует известного времени. Начало сочувственного колебания при повторных ударах. Постепенное нарастание качки при движении больших судов.

# ПРИБАВЛЕНИЯ.

## Приговор кардиналов над Галилеем

Мы: Гаспар Борджиа, настоятель церкви Св. Креста иерусалимского; Брат Феликс Центинус де-Аскуло, настоятель церкви Анастасии; Гвидо Бентивольо, настоятель церкви Марии народной; Брат Дезидерий Скалья де-Кремона, настоятель церкви Карла; Брат Антоний Барберино, настоятель церкви Онуфрия; Лаудивиуз Заккиа, настоятель церкви Петра, Берлингерий Гипсий, настоятель церкви Августина; Фабриций Вероспи, пресвитер и настоятель церкви Лоренца; Франческо Барбирино, настоятель церкви Лоренца в Дамаске и Марций Дженетти, настоятель церкви Марии,—божиею милостью диаконы и кардиналы святой римской церкви, от апостольского престола наряженные генеральными инквизиторами против всякого еретического развращения, могущего появиться во вселенском христианском обществе.

Поелику ты, Галилей, сын флорентийца Виченцо Галилея, имеющий 70 лет от роду, в 1615 году был обвинен в сем судилище в том, что считаешь за истину и распространяешь в народе лжеучение, по которому Солнце находится в центре мира неподвижно, Земля же движется на оси суточным вращением; в том, что ты имел многих учеников, которым преподавал это самое учение; в том, что ты по этому учению вел переписку с некоторыми германскими математиками; в том, что ты издал несколько писем о солнечных пятнах, в которых вышесказанное учение объявил истинным. Когда же тебе беспрерывно напоминали о твоем заблуждении, делая тебе возражения на основании св. писания, ты отвечал, что св. писание вне твоего понимания. Наконец, явился во свет экземпляр другого твоего сочинения, в виде письма к одному из прежних учеников твоих (Кастали), и ты в нем, следуя бредням

Коперника, развивал некоторые положения, противоречащие здравому смыслу и св. писанию. Вследствие сего, сим святым судилищем, желающим оградить людей от вреда и соблазна, которые происходили от твоего поведения и угрожали чистоте веры, по приказанию нашего господина и высокопреосвященнейших господ кардиналов сей верховной и всемирной инквизиции, была подвергнута обсуждению Коперникова гипотеза о неподвижности Солнца и движении Земли, и ученые богословы постановили следующие два положения:

1) Что считать Солнце центром вселенной и стоящим неподвижно есть мнение нелепое, философски ложное и крайне еретическое, ибо оно ясно противоречит писанию.

2) Что считать Землю не центром вселенной и не неподвижною —есть мнение нелепое, философски ложное и с богословской точки зрения также противное духу веры.

Но так как нам было угодно пока поступить с тобою снисходительно, то в конгрегации, собравшейся в присутствии нашего господина, 25 февраля 1616 года, было решено, чтобы высокопреосвященнейший господин кардинал Беллармино тебе внушил, дабы ты вполне отступился от вышесказанного лжеучения; то же самое тебе было повторено и через комиссара судилища, в присутствии свидетелей нотария, и ты, дав обещание под страхом тюремного заключения впредь не говорить и не писать в пользу осужденной Коперниковой гипотезы, был ею отпущен.

Затем, чтобы окончательно искоренить столь пагубную ересь и чтобы она не проникала в католическую церковь и не наносила ей сильного ущерба, издан был конгрегациею индекса декрет, которым запрещались все книги, трактующие о такого рода учении, как ложном, противном священному и божественному писанию. В прошлом же 1632 году появилась книга, изданная во Флоренции, заглавие которой показывает, что ты ее автор. Книга называется:

„Разговоры Галилео Галилея о двух великих системах мира— Птолемеевой и Коперниковой".

Из напечатания этой книги конгрегация узнала, что ложное учение о движении Солнца с каждым днем все более и более крепнет; поэтому вышеназванная книга, по тщательном ее рассмотрении, обнаружила, что ты явно преступил сделанное тебе внушение и продолжал защищать мнения, уже проклятые и осужденные церковью. В сказанной книге ты разным способами ухищряешься представить вопрос не вполне решенным, а мнение Коперника весьма вероятным, но уже и это есть страшное заблуждение, так как никоим образом не может быть вероятным то, что церковь

окончательно признала ложным и противным божественному писанию.

Посему, вызванный сюда по нашему требованию, ты предстал пред судилищем и на допросе, под присягою, признался, что означенная книга сочинена и издана во свет тобою. Ты также признался, что писать ее начал лет 10 или 12 тому назад уже после сделанного тебе вышеупомянутого внушения; ты не предупредил цензора, что тебе было уже запрещено придерживаться системы Коперника и каким бы то ни было образом распространять ее.

Точно так же ты поклялся, что текст означенного сочинения составлен таким образом, что читатель может скорее поддаться приведенным ложным доводам и стать на стороне ложного учения; при этом ты оправдываешься тем, что, написав сочинение в разговорной форме, ты увлекся желанием придать наибольшую силу доказательств в пользу своих мнений и говоришь, что и всякий человек, рассуждая о чем-нибудь, тем скорее пристращается к любимому положению, чем труднее его доказать, чем оно неосновательнее, хотя и кажется вероятным.

Наконец, когда тебе был назначен для оправдания приличный срок, ты остановил наше внимание на свидетельстве, выданном тебе преосвященным господином кардиналом Белармино, по твоей просьбе, и, как ты говорил, для защиты тебя от клеветы врагов, распространивших слух будто ты отрекся от своих убеждений и был наказан судилищем; свидетельство же доказывает, что ты вовсе не отрекался от своих мнений и не был им наказан, но что только тебе объявлено постановление конгрегации индекса, в котором говорится, что учение о движении Земли и неподвижности Солнца противно писанию, а потому и не может быть ни защищаемо, ни распространяемо. Так как в этом свидетельстве не упомянуто было о двух пунктах указа, а именно: „учить их каким бы то ни было способом", то надо думать, что в течение четырнадцати или шестнадцати лет ты о них забыл, и ты по этой причине, испрашивая позволения издавать книгу, не упомянул о сделанном тебе внушении. Все это говорится тобой не для извинения в своем заблуждении, но с целью приписать его скорее суетному тщеславию, нежели злому умыслу. Но это обстоятельство, вместо облегчения твоего проступка, усилило только твою вину, так как оно подтверждает запрещение тебе держаться учения, противного писанию, а ты однако дерзнул рассуждать о нем, защищать его и даже представлять его вероятным. Не говорит в твою пользу также и дозволение, искусством и хитростию выманенное, когда ты не сказал ни слова цензору о данном тебе внушении.

Но так как нам казалось, что ты не совсем чистосердечно со-

знаешься в своем намерении, то мы рассудили, что нужно подвергнуть тебя строгому испытанию, на котором (вопреки прежним твоим показаниям и объяснениям) ты отвечал, как истинный католик. Вследствие этого, рассмотрев и зрело обсудив все стороны твоего дела и приняв во внимание твои показания и извинения, равно как и сущность канонических правил, мы пришли касательно тебя к следующему заключению:

Итак, призвав на помощь имя господа нашего Иисуса Христа и самой преславной его матери приснодевы Марии, в силу сего нашего окончательного постановления, в заседании совещательного суда, в сообществе с нашими почетными магистрами богословия и докторов обоих прав, советников наших при сем судилище касательно твоего дела, раскрытого перед нами великолепным Карлом Синчеро, доктором обоих прав и фискал - прокурором судилища — с одной стороны, и тобою, Галилео Галилей, подсудимым в настоящем процессе—с другой, постановляем следующее: вследствие рассмотрения твоей вины и сознания твоего в ней, присуждаем и объявляем тебя, Галилей, за все вышеизложенное и исповеданное тобою, под сильным подозрением у сего судилища в ереси, как одержимого ложною и противною священному и божественному писанию мыслею, будто Солнце есть центр земной орбиты и не движется от востока к западу, Земля же подвижна и не есть центр вселенной. Также признаем тебя ослушником церковной власти, запретившей тебе излагать, защищать и выдавать за вероятное учение, признанное ложным и противным писанию. По этой причине ты подлежишь всем исправлениям и наказаниям, канонами и другими общими и частными узаконениями, возлагаемым за преступления сего рода. Освободиться от онных можешь ты только в том случае, когда от чистого сердца и с непритворною верою отречешься перед нами, проклянешь и возненавидишь как вышеозначенные заблуждения и ереси, так и вообще всякое заблуждение, всякую ересь, противную католической римской церкви, в выражениях, какие нам назначить заблагорассудится. Но дабы столь тяжкий и вредностный грех твой и ослушание не остались без всякой мзды и ты впоследствии не сделался бы дерзновеннее, а, напротив, послужил бы примером и предостережением для других, мы положили: запретить книгу под заглавием „Разговоры" Галилея, а тебя самого заключить в тюрьму судилища на неопределенное время. Для спасительного покаяния твоего предписываем, чтобы в продолжение трех лет однажды в неделю ты прочитывал семь покаянных псалмов. Право уменьшать, изменять и отменять вполне или отчасти что-либо из вышесказанных наказаний и исправлений оставляем за собою.

Так мы говорим, произносим, объявляем за приговор, постановляем, присуждаем властию нам данною, наилучшим образом и по крайнему нашему разумению.

Так присудили мы, нижеподписавшиеся кардиналы:

Кардинал де-Аскуло, кардинал Бентивольо, кардинал де-Кремона, кардинал Антоний, кардинал Гипсий, кардинал Вероспи, кардинал Джинетти.

## АКТ ОТРЕЧЕНИЯ ГАЛИЛЕЯ

Я, Галилео Галилей, сын Виченцо Галилея, флорентинец, на семидесятом году моей жизни, лично предстоя пред судом, преклонив колени пред вами, высокие и достопочтенные господа кардиналы вселенской христианской республики и против еретического развращения всеобщие инквизиторы, имея пред очами евангелие, которого касаюсь собственными руками, клянусь, что всегда веровал, теперь верую и, при помощи божией, впредь буду верить во все, что содержит, что проповедует и чему учит святая католическая и апостольская церковь. Но так как от сего святого судилища мне было уже давно сделано законное внушение, дабы я вполне покинул ложное мнение, полагающее Солнце в центре вселенной и неподвижным, дабы не держался этого мнения, не защищал его, не учил ему каким бы то ни было образом, ни устно, ни письменно, а я сочинил и напечатал книгу, в которой излагаю осужденное учение и привожу в пользу его сильные доводы, хотя и не привожу окончательного заключения, то, вследствие сего, я признан находящимся под сильным подозрением в ереси, т. е. что думаю и верю, будто Солнце есть центр вселенной и неподвижно, Земля же—центр и движется.

Посему, желая изгнать из мыслей ваших, высокопочтенные господа кардиналы, равно как и из ума всякого истинного христианина это подозрение, законно на меня возбужденное, от чистого сердца и с непритворною верою отрекаюсь, проклинаю, начинаю ненавидеть вышесказанную ересь и заблуждение, или секту, не согласную с церковью. Клянусь впредь никогда не говорить и не рассуждать, ни устно, ни письменно, о чем бы то ни было, могущем восстановить на меня такое подозрение; когда же узнаю кого-либо одержимого ересью или подозреваемого в ней, о таковом обязуюсь немедленно донести сему судилищу или же инквизитору и ординарию ближайшего места. Кроме того, клянусь и обещаю уважать и строго исполнять все наказания и исправления, которые наложило или наложит на меня сие судилище. В случае нару-

шения мною (да хранит меня бог) чего-либо из этих слов, свидетельств, клятв и обещаний подвергаюсь всем наказаниями исправлениям, постановленным канонами и общими и частными узаконениями против преступлений сего рода. В чем да поможет мне господь и святое его евангелие, которого касаюсь собственными руками.

Я, поименованный Галилео Галилей, отрекся, поклялся и обязался, как сказано выше; в подтверждение прикладываю руку под сею формулою моего отречения, которое прочел во всеуслышание, от слова до слова. Июня 22 дня 1633 года, в монастыре Минервы.

Я, Галилео Галилей, от вышесказанного отрекся собственноручною подписью.

---

# СОДЕРЖАНИЕ.

Стр.

I. Галилео Галилей — Юрий Шеин . . . . . 3

1. Состояние эпохи . . . . . 3
2. Биографические даты . . . . . 5
3. Метод Галилея . . . . . 7

II. Галилео Галилей . . . . . 9

1. Звездный вестник . . . . . 9

III. Галилео Галилей — Разговоры о двух великих мировых системах Птоломеевой и Коперниковой . . . . . 14

1. Из предисловия к книге Галилея . . . . . 15
2. О движении Земли вокруг оси . . . . . 16
3. О движении Земли около Солнца . . . . . 26

IV. Рассуждения и математические доказательства о двух новых учениях в механике и движениях Галилео Галилея члена академии, философа и первого математика при великом герцоге Тосканском . . . . 31

1. О прочности . . . . . 32
2. О падении тел . . . . . 46
3. О пределах размеров животных . . . . . 51
4. Содержание „Рассуждения о двух новых учениях" . . . . . 54

V. Прибавления

1. Приговор кардиналов над Галилеем . . . . . 58
2. Акт отречения Галилея . . . . . 62

---

6/I 43.

Цена 50 коп.

2018654346